

DISEÑO DE UNA METODOLOGIA QUE PERMITA UNA ESTANDARIZACIÓN EN
COLOMBIA DE PROCESOS DOMÓTICOS PARA VIVIENDAS Y EDIFICACIONES.

OSCAR EDUARDO GÓMEZ GUTIERREZ

Proyecto de grado presentado como requisito
Para aspirar al título de Ingeniero Electrónico.

Director
Ing Andrés Felipe Calvo Salcedo

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA
PEREIRA
2018

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme guiado durante todo este proceso, a mi familia por ser el gran motor que me impulso cada día a cumplir esta meta, a mis padres y hermanos por todo su apoyo, colaboración y ayuda. A mi esposa e hijo siendo una gran motivación, por el apoyo y comprensión.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION.....	8
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	9
3. JUSTIFICACIÓN.....	11
4. OBJETIVOS.....	12
4.1 Objetivo General.....	12
4.2 Objetivos Específicos.....	12
5 MARCO REFERENCIAL.....	13
5.1 ANTECEDENTES.....	13
5.2 MARCO CONCEPTUAL.....	13
5.2.1 Organismos de normalización.....	16
5.2.2 Organismos de Normalización Internacional.....	16
5.2.3 Organismos de Normalización Europeas.....	17
5.3 MARCO TEÓRICO.....	18
5.3.1 Domótica.....	18
5.3.2 Diferencias entre sistemas domóticos.....	18
5.3.2.1 Sistema X10.....	18
5.3.2.2 Sistema KNX.....	18
5.3.2.3 Controlador Lógico Programable.....	19
5.3.2.4 Microcontroladores.....	19
5.3.2.5 Computarizado.....	20
5.3.3 Tipos de Arquitecturas.....	20
5.3.3.1 Arquitectura Centralizada.....	21
5.3.3.2 Arquitectura Descentralizada.....	21
5.3.3.3 Arquitectura Distribuida.....	22
5.3.3.4 Arquitectura Híbrida o Mixta.....	22
5.3.4 Aplicaciones de la Domótica.....	23
5.3.4.1 Gestión del Confort.....	23
5.3.4.1.1 Control de Climatización.....	23
5.3.4.1.2 Control de Iluminación.....	24
5.3.4.1.3 Acciones sobre persianas y cortinas.....	24
5.3.4.2 Gestión de la Seguridad.....	24
5.3.4.2.1 Alarmas Técnicas.....	24
5.3.4.2.2 Detección de Intrusos.....	24
5.3.4.2.3 Simulación de presencia.....	24
5.3.4.2.4 Aviso Médico.....	24
5.3.4.3 Gestión Energética.....	25
5.3.4.4 Gestión de las Comunicaciones.....	25
5.3.4.5 Dispositivos para la Automatización y Control.....	25
5.4 MARCO NORMATIVO Y LEGAL.....	27
5.4.1 Legislación Vigente.....	31

5.4.1.1	Reglamentación Nacional.....	31
5.4.1.2	Reglamentación Internacional.....	33
5.4.1.3	Directivas Europeas.....	34
5.4.2	Estándares Domóticos.....	34
5.4.2.1	EIB (European Installation Bus).....	35
5.4.2.2	EHS (European Home System).....	35
5.4.2.3	BATI-BUS.....	35
6	METODOLOGIA.....	37
6.1	FASES DE UNA INSTALACIÓN.....	38
6.1.1	Preparación para la Instalación.....	38
6.2	GESTIÓN ENERGÉTICA.....	39
6.2.1	Calificación Energética.....	39
6.2.2	Determinación de la clase de sistema de control y automatización mediante la norma UNE-EN 15232.....	41
6.2.3	Definición de los factores de corrección en función de la clase del sistema de control según la norma UNE-EN 15232.....	43
6.2.4	Obtención de la calificación energética corregida según la norma UNE-EN 15232 según el sistema de control y automatización.....	49
6.2.5	Metodología calificación energética.....	50
6.3	SELECCIÓN DE EQUIPOS.....	50
6.3.1	Selección de un equipo eficiente.....	52
6.3.1.1	Metodología de selección de equipos.....	53
6.3.2	Ahorro energético en los equipos.....	53
6.4	REGLAMENTO TECNICO DE INSTALACIONES ELECTRICAS RETIE.....	55
6.4.1	Artículo 10 – Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas.....	55
6.5	SISTEMAS DE AHORRO ENERGETICO POR ILUMINACIÓN.....	55
6.5.1	Selección de equipos.....	57
6.5.2	Iluminación – Artículo 17 RETIE.....	57
6.5.2.1	Iluminación de seguridad.....	57
6.5.2.2	Pruebas periódicas a los sistemas de iluminación de emergencia.....	57
6.5.3	Encendido Automático por detección de movimiento.....	57
6.5.4	Metodología ahorro energético por sistemas de iluminación.....	58
6.6	SISTEMAS DE REGULACIÓN POR CALEFACCIÓN.....	59
6.6.1	Equipos de regulación en función de la temperatura exterior para los sistemas de calefacción eléctrica.....	59
6.6.2	Equipos de regulación de arranque y parada optimizados para los sistemas de calefacción eléctrica.....	60
6.6.3	Programadores de arranque y parada para los sistemas	

de calefacción.....	60
6.6.4 Metodología ahorro energético por sistemas de regulación de calefacción.....	60
6.7 SISTEMAS DE VENTILACIÓN.....	61
6.7.1 Inspección de sistemas de ventilación.....	62
6.7.2 Cálculo de pérdidas de energía.....	62
6.7.3 Cálculo y determinación de los caudales de aire incluyendo la infiltración.....	62
6.7.4 Metodología ahorro energético por sistemas de ventilación.....	63
6.8 GESTIÓN DE CONFORT.....	63
6.8.1 Control automático de persianas y cortinas.....	63
6.8.1.1 Metodología control automático de persianas y cortinas.....	64
6.8.2 Intensidad Lumínica.....	65
6.8.2.1 Metodología control de intensidad lumínica.....	66
6.8.3 Sistemas de control remoto.....	67
6.8.3.1 Iluminación remota.....	67
6.8.3.2 Interruptores con temporizador.....	68
6.8.3.3 Metodología sistemas de control remoto.....	68
7 CONCLUSIONES.....	70
BIBLIOGRAFIA.....	71

LISTA DE FIGURAS

1. Arquitectura Centralizada.....	21
2. Arquitectura Descentralizada.....	21
3. Arquitectura Distribuida.....	22
4. Arquitectura Hibrida o Mixta.....	23
5. Escala de Calificación Energética.....	40
6. Clase Energética del Sistema de Control y Automatización.....	42
7. Metodología Calificación Energética.....	51
8. Datos y Características Generales del Equipo.....	52
9. Selección del Equipo con Menor Consumo de Energía.....	52
10. Selección del Equipo con Mejor Clase Energética.....	53
11. Metodología selección de equipos con reglamento técnico de etiquetado RETIQ.....	54
12. Ahorro Energético después de 1 año con un sistema domótico instalado.....	56
13. Metodología ahorro energético sistemas de iluminación.....	59
14. Metodología sistema de regulación por calefacción.....	61
15. Metodología regulación con sistemas de ventilación.....	64
16. Metodología control automático de persianas y cortinas.....	65
17. Metodología sistemas de intensidad lumínica.....	67
18. Metodología sistemas de control remoto.....	69

LISTA DE TABLAS

1. Organismos de normalización.....	28
2. Calificación energética según el programa CANELER.....	41
3. Definición de las clases energéticas según UNE-EN 15232.....	45
4. Emisiones del edificio con sistema de control y automatización.....	49
5. Normas complementarias de la norma EN 15193.....	56
6. Normas complementarias para la iluminación.....	66

1. INTRODUCCIÓN

Al momento de diseñar y construir una vivienda se debe tener en cuenta que la infraestructura del hogar debe adaptarse a las nuevas tecnologías, al igual que las instalaciones eléctricas y sistemas de acueductos.

Por años se han utilizado instalaciones eléctricas convencionales y se ha empezado a observar la necesidad de simplificar los deberes domésticos, al realizar un mayor ahorro energético y tener mayor confort en el hogar. La respuesta a esto ha sido la “Domótica [1]”.

A los sistemas de automatización (gestión técnica de energía y seguridad en hogares y edificios) internacionalmente se les conoce como “Home and Building Electronic System” HBES [2], es decir, “Sistemas Electrónicos para Viviendas y Hogares” y para este tipo de sistemas existe la norma UNE-EN-50090-2-2 [3] que recoge todos los requisitos técnicos generales que dichos sistemas requieren.

Aunque el concepto de domótica está tomando importancia en el país, ha tenido una lenta introducción debido al desconocimiento respecto a su regulación, aplicaciones y beneficios, además de la poca inversión en investigación y generación de tecnologías propias.

Ya que no existe una legislación que sea aplicable con el objetivo de regular este tipo de procesos, este proyecto se orienta a identificar la normatividad [4] en relación al marco legal existente realizando un procedimiento que incluye el análisis conceptual y contenido de documentos normativos y técnicos con el fin de ofrecer una metodología en los procesos domóticos de confort y ahorro energético en viviendas y edificaciones a la luz de la normatividad vigente.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Existen sistemas y dispositivos diseñados para satisfacer la necesidad que tienen las personas de seguridad y comodidad en todo su entorno (hogares y trabajos), sistemas automatizados que integran tecnologías simultáneamente como la electricidad, electrónica, informática y telecomunicación, todo en conjunto se encuentra en la *domótica*.

En toda sociedad existen reglas y leyes que establecen el control, por lo que para ello existen organismos o entidades reguladores que tienen el objetivo de ser normalizadores y certificadores. Los sistemas domóticos también deben ser regulados pero estos son relativamente nuevos en nuestro país a pesar de la necesidad de estos sistemas en los sectores industriales y domésticos por la comodidad y seguridad que ofrecen a los usuarios.

Es necesario que exista una metodología de buenas prácticas que permita la correcta instalación y una posible normalización de los sistemas domóticos en nuestro país basados en normas europeas e internacionales. Pese al objetivo inmediato de normalización que es indudablemente garantizar la seguridad, contribuye también a potenciar el comercio y facilitar la comunicación.

El marco normativo actual europeo de domótica dispone desde el 4/04/2011 de directivas específicas para el sector de la domótica que deban aplicarse en cualquier instalación, todo ello contemplando el real decreto 346/2011 de 11/03/2011 dentro del reglamento ICT [4]. La guía técnica sobre instalaciones de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios [5] editada recientemente por el ministerio de industria, turismo y comercio. En ella se hace referencia a la terminología básica que se emplea, así como diversos tipos de sistemas domóticos abordando los requisitos que debe cumplir una instalación.

La comisión multisectorial del hogar digital, dentro de ASIMELEC [6] trabaja en el desarrollo del sello de calidad del hogar digital, pretendiendo proporcionar confianza a los usuarios y profesionales relacionados con el sector, garantizando que la vivienda reúna las capacidades necesarias para prestar los servicios domóticos. Este marco jurídico y normativo es bastante amplio y su aplicación e implementación bastante complicada, además de la gran variedad de estándares Europeos e internacionales usados en la comunicación y conexión de dispositivos domóticos.

Se puede clasificar las distintas aplicaciones y servicios domóticos en cuatro áreas (seguridad, confort, ahorro energético y comunicaciones). En este trabajo se desarrollará dos áreas de aplicación como son el confort y ahorro energético debido a que ya se ha realizado un primer avance en las guías enfocadas en las áreas de seguridad y comunicación. Este proyecto tiene como objetivo una metodología que

facilite la interoperabilidad entre sistemas y sobre todo, ayudar a extender la información necesaria entre todos los agente implicados para la automatización de viviendas y edificios y de manera concreta implementar un procedimiento estándar para la domótica que cubra todas las necesidades y requisitos de las instalaciones profesionales bajo la normatividad.

3. JUSTIFICACIÓN

Construir una metodología que recoja la amplia normatividad y que sirva de guía para el diseño de sistemas domóticos en viviendas y edificaciones, facilita considerablemente la labor general tanto de las constructoras como de los entes de control que participan en la ejecución y verificación de los mismos.

El conocimiento de las normas en el campo de la domótica es actualmente desconocida, no existe un procedimiento ni normas específicas que haga referencia a la aplicación de la normatividad de la domótica, es por eso que se hace necesario conocer los diferentes tipos de especificaciones, sus denominaciones y sus vías de ataque, así como como los daños que ocasionan, es necesario para entender que sistemas deben implementarse, que responsabilidades surgen y sobre todo que norma debe ajustarse, todo este entorno de seguridad, debe partir sin duda de la búsqueda de conciencia de la generación de la confianza en el sistema.

Esta metodología debe otorgar a los ingenieros, los criterios fundamentales para la selección y diseño de la tecnología más apropiada de protección para un tipo de riesgo determinado, la clasificación técnica de equipos, la distribución adecuada de cada uno de los sistemas, los elementos de control y las acometidas e infraestructura general, que por supuesto se ajuste plenamente a la normatividad vigente.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General:

Formular una metodología de buenas prácticas que permita una estandarización en Colombia a la luz de la normatividad vigente para los procesos domóticos en viviendas y edificaciones.

4.2 Objetivos Específicos:

- Mostrar la utilidad particular de la herramienta de la normalización para las áreas de aplicación de la domótica (Confort y Gestión Energética) basado en la normativa vigente para los sistemas que lo conforman.
- Definir de manera clara los principales conceptos relacionados con la domótica con el fin de facilitar la comprensión del presente documento.
- Elaborar una metodología para la selección de los distintos sistemas que se involucran en las áreas de Confort y Gestión Energética en la domótica.
- Elaborar una metodología para la selección de elementos disponibles en el mercado teniendo en cuenta el tipo de tecnología requerida para las áreas de Confort y Gestión Energética.
- Presentar un documento guía para la implementación de los sistemas domoticos según las normativas vigentes.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 ANTECEDENTES

A comienzos de la década de los 70's inicia la domótica con la aparición de dispositivos de automatización para edificios, pero en la década de los 80's se utilizaron a nivel comercial los sistemas integrados para ser desarrollados en el ámbito doméstico. De esta manera la domótica integra los sistemas eléctricos y electrónicos en la comunicación de los dispositivos del hogar.

Con los cambios de la informática hogareña se permite incorporar el cableado estructurado (SCE) en los edificios facilitando la conexión entre terminales y redes, recibiendo así el nombre de "edificios inteligentes".

El programa SAVE fue creado en Estados Unidos en 1984 y se utilizó en la domótica logrando eficiencia y bajo consumo de energía en los sistemas de control de los edificios inteligentes.

Estas reglan bajo el sistema X-10, que es un protocolo de comunicaciones que opera a través de un control remoto desarrollado en 1976 y sigue siendo la tecnología más utilizada dentro de la domótica, al transmitir datos por líneas de baja tensión y la relación costo-beneficio sigue siendo la mejor opción.

Finalizando la década de los 80's las tecnologías desarrolladas al inicio con fines comerciales, empiezan a llegar a los hogares [7].

5.2 MARCO CONCEPTUAL.

Para tener un mejor contexto en el presente documento, es importante precisar términos y conceptos fundamentales que permitan entender de una manera clara una disciplina compleja como esta. Con el objetivo orientado a entender y conocer los diferentes términos legales involucrados a la domótica para así ser capaces de analizar la normativa vigente en el ámbito en el que se desarrolla este documento [12].

Actuador: El actuador es el dispositivo que realiza sobre un elemento de la vivienda la acción solicitada por el controlador domótico. Puede ser un conmutador que enciende o apaga un electrodoméstico, un regulador

que modifica la intensidad de la iluminación, un motor que sube o baja una persiana [12].

Controlador: Unidad de control utilizada para proporcionar la lógica en un sistema de control de acceso [12].

Detector de gas: Detectores diseñados para la detección de fugas de gas y posterior orden de corte de suministro del mismo [12].

Detector de inundación: Consiste en avisar de que existe un escape de agua en el inmueble y además lo erradicará el sistema cortando el suministro [12].

Electroválvula: Es un actuador muy utilizado en viviendas automatizadas, sobre todo, para el corte de suministro de agua y de gas en el caso de que se produzca una fuga [12].

Especificaciones técnicas: Documento utilizado por empresas, sobre todo las de cierto tamaño, de forma interna o con sus proveedores, que determina los requisitos técnicos necesarios para llevar a cabo su trabajo [13].

Interface: Elementos que convierten un tipo de señal en otra para conectar dos dispositivos de diferentes características [12].

Norma técnica: Es un documento escrito, aprobado por un organismo normalizador reconocido y con acceso al público. Por lo general es de uso voluntario, también las hay de aplicación obligatoria declarado esto por una norma jurídica. Una norma técnica tiene como objetivo establecer los requisitos a cumplir por los productos y servicios para garantizar su aptitud para el uso, seguridad... En su elaboración deben intervenir todas las partes interesadas (fabricantes, usuarios y consumidores, asociaciones) [14].

Normalización: Actividad que aporta soluciones para aplicaciones repetitivas que se desarrollan, fundamentalmente, en el ámbito de la ciencia, la tecnología y la economía, con el fin de conseguir una ordenación óptima en un determinado contexto [36].

Normas armonizadas Son Normas Europeas, elaboradas por los Organismos de Normalización Europeos, bajo “mandato” de la Comisión Europea con el objetivo de dar contenido técnico a las Directivas Europeas. La lista de Normas Armonizadas se publica en el DOUE e indica aquellas normas cuya aplicación da presunción de conformidad con la Directiva Europea a la que está vinculada. Su aplicación sigue siendo voluntaria pero da presunción de conformidad con la Legislación Europea [36].

Organismos de normalización son los encargados de establecer los diferentes estándares en diferentes áreas, están encargados de promover el gran desarrollo

de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales y de servicios [36].

Protocolo: Es el lenguaje que se utiliza para negociar y establecer las comunicaciones [14].

Para nombrarlas e identificarlas se utiliza la sigla del organismo normalizador (ISO, EN, UNE, IEC, DIN, NT, BS, ASTM, etc.), un número y la fecha de publicación. De acuerdo al alcance del organismo normalizador por quien es adoptada la norma técnica se define su aplicación territorial, pudiendo ser [14]:

- Norma técnica internacional como las normas ISO.
- Norma técnica europea como las normas EN.
- Norma técnica nacional, en el caso de España las normas UNE (Una Norma Española) Son el nombre que reciben las normas elaboradas por AENOR. Cuando un estándar EN se incorpora a España, éste va precedido por la siglas UNE – EN.

Sensor: En una instalación domótica, un sensor es cualquier dispositivo que detecta una magnitud física que se desea controlar (temperatura, humedad, luminosidad, ruido, movimiento), y se conecta a la red mediante un interfaz que permite al controlador de la instalación domótica leer el valor de dicha magnitud y actuar en consecuencia, conforme al programa que se le ha incorporado. También se pueden considerar sensores en un sentido más amplio las cámaras de un sistema de video vigilancia o el micrófono de una instalación de portero automático [12].

Sonda de temperatura: Controlan la temperatura del inmueble, ya sea por zonas o en la totalidad de la vivienda [12].

Temporizador: Función de los sistemas domóticos capaz de memorizar tiempos, para realizar funciones horarias [12].

Topología: Concepto que se refiere a la forma de la instalación en los sistemas domóticos. Pueden ser: en línea, en árbol o en estrella [12].

Unidad de control: Un componente del sistema que monitorea entradas y controles de salida a través de Varios tipos de circuitos.

5.2.1 Organismos de normalización.

Los organismos son entidades privadas, sin ánimo de lucro, reconocidas a tal efecto. En la siguiente tabla se muestran aquellos Organismos de Normalización clasificados según su campo técnico de competencia y según su aplicación geográfica [36]:

- **AENOR**: Asociación Española de Normalización y Certificación.
- **CEN** : Comité Europeo de Normalización.
- **CENELEC**: Comité Europeo de Normalización Electrónica.
- **ETSI**: European Telecommunications Standards Institute (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones).
- **IEC** : International Electrotechnical Commission (Comisión Electrónica internacional)
- **ISO** : International Standard Organisation (Organismo internacional de normalización)
- **ITU** : International Telecommunication Union (Unión internacional de Telecomunicaciones)

5.2.2 Organismos de normalización internacional.

Organización Internacional de Normalización ISO (sus siglas en inglés), nace el 23 de febrero de 1947 tras la segunda guerra mundial, tiene sede en Ginebra Suiza. Tiene como función principal buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones (públicas o privadas) a nivel internacional a excepción de las ramas eléctricas y electrónicas [15].

Comisión Electrotécnica internacional con sus siglas en inglés **IEC** es la encargada de la normalización en el área eléctrica, electrónica y tecnologías relacionadas, fue fundada en 1906 y hasta 1948 tubo sede en Londres cuando fue trasladada a Ginebra, está compuesta por los organismos nacionales normalizadores de más de 60 países [16].

Unión intercontinental de telecomunicaciones con sus siglas en inglés **ITU** es el organismo especializado en telecomunicaciones de la Organización de la Naciones Unidas. Es la organización intergubernamental más antigua del mundo creada en 1865 con la invención de los primeros sistemas telegráficos [17].

5.2.3 Organismos de normalización europeas.

Asociación Española de Normalización y certificación AENOR como su nombre lo indica es la organización normalizadora y certificadora de todos los sectores

industriales y de servicio en España. Fue creada por orden del Ministerio de Industria y Energía el 26 de febrero de 1986 [18].

Comité Europeo de Normalización con sus siglas en francés **CEN**, fue creado en 1961 y cuenta con 29 países miembros. Es el homólogo de ISO a nivel regional [19].

Comité Europeo de Normalización electrotécnica con sus siglas en francés CENELC es el homólogo de IEC a nivel europeo. Fue fundado en 1973 agrupando a CENELCOM Y CENEL, posee sede en Bruselas Bélgica [20].

Instituto Europeo de normas de Telecomunicaciones con sus siglas en inglés **ETSI**, es el organismo normalizador del área de las telecomunicaciones en Europa. Creado por el CEPT (La Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones) en 1988 [21].

5.3 MARCO TÉORICO

5.3.1 Domótica.

El termino domótica proviene de las palabras *domus* (casa en latín) y *tica* (de automática, palabra griega), y se entiende por domótica al conjunto de sistemas (dispositivos de automatización de funciones) capaces de automatizar una vivienda con el uso simultaneo de electricidad, electrónica, informática y comunicaciones aplicadas a la gestión de las viviendas [8].

Por otro lado, a las instalaciones que se encargan del control y automatización de edificios como hoteles, hospitales, edificios de oficinas, ayuntamientos, etc, se les llama **inmótica**. En los entornos urbanos las instalaciones automatizadas como control de alumbrado, riego de jardines y sistemas de seguridad de urbanizaciones, se les llama **urbótica** [9].

5.3.2 Diferencias entre sistemas domóticos. Los sistemas comerciales más utilizados en domótica se encuentran:

5.3.2.1 Sistema X10: El sistema se basa en la transmisión de información por la misma línea eléctrica que se utiliza para la alimentación eléctrica de las instalaciones. Esto se consigue, al utilizar una frecuencia de la señal de transmisión de datos mucho mayor que la de la señal de la red eléctrica [9].

El sistema X-10 goza de una gran demanda gracias a su facilidad de instalación y configuración, a su gran flexibilidad y al hecho de tener un precio competitivo en relación con otras posibilidades.

- **Ventajas:** Los componentes son los más baratos y puede usar la línea eléctrica existente sin necesidad de añadir cableado.
- **Desventajas:** La señal es poco fiable, ya que los datos viajan sobre la línea eléctrica a 50 Hz. Incumple normativa de seguridad de datos. Trabaja a poca velocidad (1200 bits por segundo). El sistema es antiguo y muy limitado. No puede comunicarse con aparatos complejos.

5.3.2.2 Sistema KNX: KNX posee un campo de aplicación muy diverso y una de sus características más destacables es su escalabilidad; se puede implementar en entornos de muy variado tamaño, desde una vivienda unifamiliar hasta un edificio.

Es un sistema descentralizado, en el que todos los componentes disponen de su propia “inteligencia” mediante su microcontrolador; por ello no resulta imprescindible utilizar una unidad central de control, si bien esta puede emplearse como unidad de visualización. La gran ventaja de los sistemas descentralizados es que si un dispositivo falla, no afecta al conjunto de la instalación. Otra ventaja es que su tensión de maniobra es de 29 voltios que resulta inofensivo [11].

Una desventaja es su alto costo y de difícil adquisición en Latinoamérica.

5.3.2.3 Controlador lógico Programable. Técnica usada en la automatización de hogares para el control remoto de iluminación y de equipos sin necesidad de instalar cableado adicional. Sistema muy parecido a X10. Un inconveniente de los PLC's es que son sistemas muy cerrados, y es donde el programador de PLC's prefiere montar algo que siga exactamente lo que él tiene en la cabeza y no lo que diseñara en su día el I+D del controlador domótico. Pero esta desventaja se convierte en ventaja al entrar en este proceso el diseñador industrial el cual analiza los requerimientos del usuario y se los especifica al programador.

Otro inconveniente es el precio, el material industrial siempre es más caro que el doméstico, aunque en el mundo de la domótica en Colombia es bastante parejo ya que las tecnologías X10 y KNX apenas son conocidas y por lo tanto es de difícil acceso.

- **Ventajas:** Fácil instalación y adaptación al entorno. Los datos viajan algo más rápido (a 2400 bits por segundo). Utiliza infraestructura ya desplegada (los cables eléctricos). Coste competitivo en relación con tecnologías alternativas. Alta velocidad (banda ancha) Suministra múltiples servicios con la misma plataforma tecnológica IP, así un sólo módem permite acceso a Internet, telefonía, domótica, televisión interactiva. Seguridad, etc...). Instalación rápida. Vale para redes 25 domóticas caseras en las que no se requiera cumplimiento de normativa Domótica.

- **Desventajas:** Es una tecnología orientada a ambientes industriales.

5.3.2.4 Microcontroladores. Es un método usado mayormente para sistemas artesanales o de bajo costo.

- **Ventajas:** Buena información, fácil de conseguir y económica, Poseen una elevada velocidad de funcionamiento gracias a su operatividad a alta frecuencia, Herramientas de desarrollo fáciles y baratas. Muchas herramientas software se pueden recoger libremente a través de internet desde microchip, Atmel, Motorola, Intel, etc. Existe una gran variedad de herramientas hardware que permiten grabar, depurar, borrar y comprobar el comportamiento de los microcontroladores.
- **Desventajas:** direccionan poca memoria, son demasiado sensibles a la electrostática, aun con una memoria externa limitan su actividad a algo básico así como su set de instrucciones.

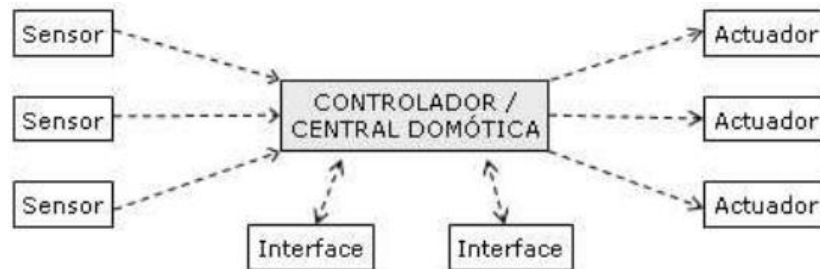
5.3.2.5 Computarizado. Para controlar luces desde el ordenador básicamente se puede hacer de varias maneras. DMX512 es un estándar bien conocido, pero es muy costoso. DMX512, a menudo abreviado como DMX (Digital MultipleX), es un protocolo electrónico utilizado en luminotecnía para gestión y control de iluminación espectacular permitiendo la comunicación entre los equipos de control de luces y las propias fuentes de luz. 26 Otra opción es usar un puerto (serie o paralelo) del PC para controlar relés o cual puede ser más barato y sencillo al momento de instalar.

- **Ventajas:** Las funcionalidades de una PLC hoy día se pueden realizar a un coste razonable con un PC, sin más que conectar unas simples tarjetas de adquisición de datos y otros elementos. Desde la popularización de los ordenadores personales (PC) de sobremesa y portátiles, las opciones para dotar al sistema domótico e inteligencia y control desde un PC abren un mundo de posibilidades.
- **Desventajas:** El elevado coste que puede implicar no solo el hardware sin que también el software y el consumo eléctrico de tener un PC encendida y operando hace que sea poco viable para una vivienda unifamiliar lo que si sería más conveniente para un edificio o conjunto residencial.

5.3.3 Tipos de arquitecturas. El tipo de arquitectura de un sistema domótico aporta información de la distribución y ubicación de los elementos de control. Los principales tipos de arquitectura son: arquitectura centralizada, arquitectura descentralizada, arquitectura distribuida y arquitectura híbrida o mixta [10].

5.3.3.1 Arquitectura centralizada.

Figura 1. Arquitectura centralizada.

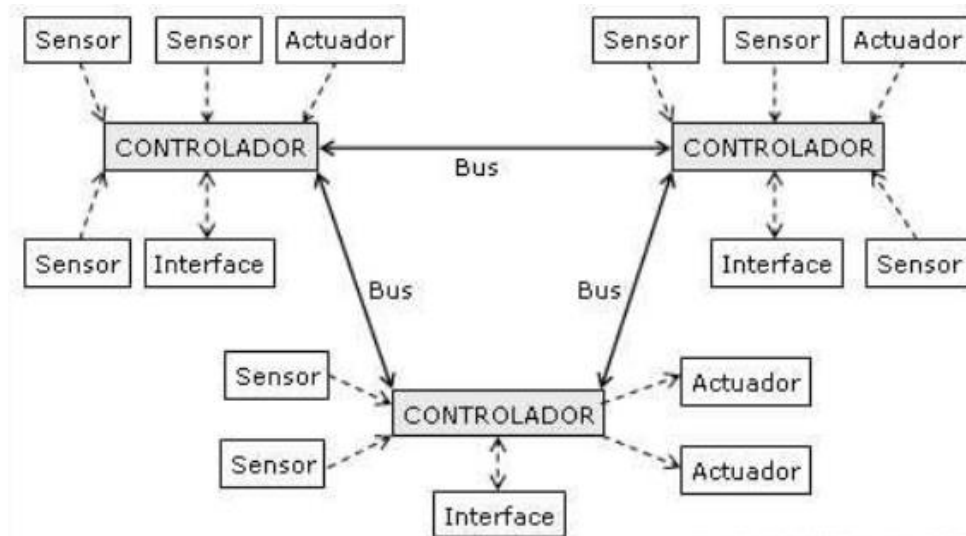


Fuente: www.casadomo.com

Topología de red en estrella tiene un controlador centralizado que envía información a los actuadores e interfaces según el programa, configuración e información que es recibida de parte de los sensores y sistemas interconectados. En esta topología no existe comunicación entre sensores y actuadores [10].

5.3.3.2 Arquitectura descentralizada.

Figura 2. Arquitectura descentralizada.

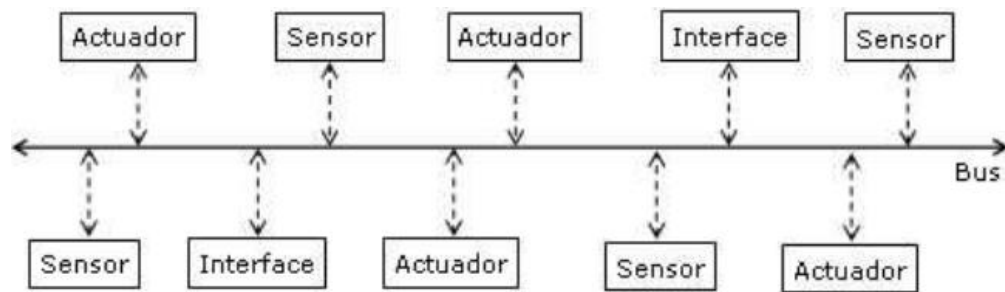


Fuente: www.casadomo.com

Una arquitectura descentralizada tiene varios controladores interconectados por un bus, que envía y recibe información entre ellos y también a los actuadores e interfaces, según el programa, configuración e información que se recibe de los sensores y sistemas interconectados [10].

5.3.3.3 Arquitectura distribuida.

Figura 3. Arquitectura distribuida.

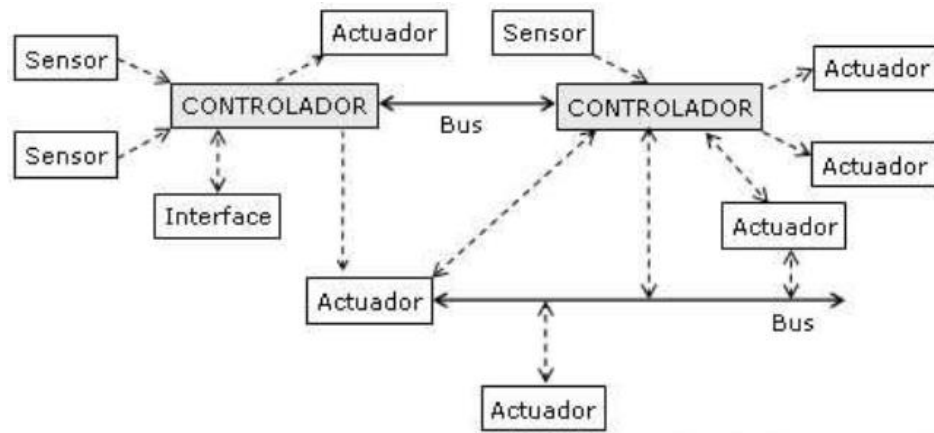


Fuente www.casadomo.com

Topología de red en bus en la que todos los dispositivos son conectados, donde cada sensor y actuador son capaz de actuar y enviar información al sistema según el programa, configuración e información que capta por sí mismo y que a su vez recibe de los otros dispositivos del sistema [10].

5.3.3.4 Arquitectura híbrida o mixta. Allí se combinan las arquitecturas centralizada, descentralizada y distribuidas, disponiendo de un controlador central o varios controladores descentralizados o donde los sensores y actuadores también pueden ser controladores como en una arquitectura distribuida procesando la información según el programa, configuración e información que captan por sí mismos y ser enviada a otros dispositivos de la red sin necesidad de pasar por otro controlador [10].

Figura 4. Arquitectura híbrida o mixta.



Fuente: www.casadomo.com

5.3.4 Aplicaciones de la domótica. Las instalaciones automatizadas son áreas de aplicación en donde se definen las funciones de equipos, equipos o sistemas automatizados que proporcionan una mejor calidad de vida al usuario, mayor seguridad y aprovechamiento de los recursos energéticos. Las áreas de aplicación son cuatro [9]:

- Gestión del confort.
- Gestión de la seguridad.
- Gestión energética.
- Gestión de las comunicaciones.

5.3.4.1 Gestión del confort proporciona al usuario ambientes más cómodos realizando tareas que el usuario tendría que realizar el mismo.

2.3.4.1.1 Control de la climatización.

- Temperaturas diferentes en dormitorios, comedor o baños.
- Establece temperaturas según la hora o el clima en el exterior.
- Apagado automático de calefacción al abrir ventanas con el objetivo de evitar derroche energético.
- Encendido remoto antes de llegar al hogar por medio telefónico al sistema.

2.3.4.1.2 Control de iluminación.

- Regular la intensidad luminosa a través de un mando a distancia.
- Establecer nivel reducido de iluminación en horas nocturnas.
- Encendido de luces desde sensores infrarrojos y apagado con temporizadores.
- Encendido de luces exteriores a determinadas horas.

2.3.4.1.3 Acciones sobre persianas y cortinas.

- Mediante pulsadores se accionan motores de persianas.
- Subida o bajada automático de persianas al llegar la noche.
- Repliegue de toldos de forma automática mediante sensores de viento.
- Accionamiento de persianas programado para simulación de presencia en el hogar.

5.3.4.2 Gestión de la seguridad es posiblemente una de las áreas más importantes en la domótica proporcionando servicios de protección a los bienes y a las personas contra desastres y robos.

5.3.4.2.1 Alarmas Técnicas.

- Detección de fugas de agua y accionamiento de electroválvulas para cortar el suministro.
- Detección de incendios y alarma visual y/o sonora.
- Detección de fugas de gas y accionamiento de electroválvulas para cortar el suministro

5.3.4.2.2 Detección de intrusos permitiendo establecer varias formas de detención mediante sensores de presencia y accionar alarmas visuales y/o sonoras.

5.3.4.2.3 Simulación de presencia encendiendo luces y equipos de manera programada que simulen el comportamiento de personas mientras las personas están ausentes. Existen sistemas que aprenden la rutina de los usuarios y realizan acciones de forma real y en distintas horas del día para hacer más creíble la simulación.

5.3.4.2.4 Aviso medico realizando llamadas a números de emergencia y números programados de familiares o personas a cargo presionando una tecla en pantallas o dispositivos inalámbricos.

5.3.4.3 Gestión Energética obteniendo un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos.

- Conexión de cargas a distintas horas para reducir la potencia contratada.
- Conexión de aparatos de alto consumo en horarios de tarifa reducida.
- Accionamiento automático de luces a través de detectores de presencia encendiendo a distancias en las que se detecte movimiento y permaneciendo apagadas el resto de la instalación.
- Regulación del nivel de luminosidad a determinadas horas del día.
- Subido automático de persianas al detectar luz solar para aprovechar la luz natural.
- Apago automático de la climatización al detectar ventanas o puertas abiertas

5.3.4.4 Gestión de las comunicaciones donde el sistema realiza comprobaciones de su funcionamiento, dar órdenes de actuación o recibir avisos de eventos.

- Aviso de alarmas a teléfono fijo o móvil mediante llamadas o mensajes de texto.
- Conexión o desconexión de funciones mediante de forma remota mediante teléfono o laptop.
- Programación remota del sistema.
- Visualización de lo que ocurre en la instalación mediante acceso remoto por laptop y con ayuda de cámaras IP.

5.3.5 Dispositivos para la automatización y control. Los dispositivos que se deben instalar en las nuevas viviendas y edificios para posibilitar su automatización y control son, básicamente, los siguientes:

- La pasarela residencial: es el dispositivo que interconecta los distintos dispositivos destinados a la automatización del edificio o vivienda, haciendo de interfaz común de todos ellos hacia las redes externas. Permite también el control local o remoto de todos los dispositivos del edificio.
- El sistema (o sistemas) de control centralizado: es el dispositivo encargado de controlar los dispositivos destinados a la automatización del edificio, según los parámetros de actuación establecidos por los usuarios.
- Los sensores: son los dispositivos encargados de recoger la información de los diferentes parámetros que controla el sistema de control centralizado (la temperatura ambiente, la existencia de un escape de agua o gas, la presencia de un intruso, etc.) y enviársela a la pasarela residencial para que ejecute automáticamente las tareas programadas. Los hay de diversos tipos (gas,

temperatura, agua, humedad, luz, movimiento, rotura, etc.) y están distribuidos por todo el edificio.

- Los actuadores: son los dispositivos utilizados por el sistema de control centralizado, para modificar el estado de ciertos equipos o instalaciones (el aumento o la disminución de la calefacción o el aire acondicionado, el corte del suministro de gas o agua, el envío de una alarma a una centralita de seguridad, etc.). Los hay de diversos tipos (contactores de carril DIN, electroválvulas de corte de suministro, sirenas, etc.) y están distribuidos por todo el edificio.

5.4 MARCO NORMATIVO Y LEGAL.

Actualmente, la legislación desarrollada a partir del Real Decreto Ley 1/1998, de 27 de febrero, sobre las Infraestructuras Comunes en los edificios para el acceso a los servicios de Telecomunicación (ICT), obliga a que los edificios de viviendas de nueva construcción dispongan de los sistemas de telecomunicación y las redes necesarias para el acceso a los servicios básicos de telecomunicación (radio y televisión terrestre y por satélite, telefonía y telecomunicaciones de banda ancha) [22].

La rápida evolución de las tecnologías de la información y las comunicaciones hace que aparezcan continuamente nuevos servicios y aplicaciones que configuran lo que se conoce como la Sociedad de la Información. Estos nuevos servicios y aplicaciones pueden satisfacer necesidades de los usuarios de viviendas tan importantes como la seguridad, el control energético, el ocio y entretenimiento, las comunicaciones, la accesibilidad, la sostenibilidad y la integración medioambiental de los edificios.

La normalización es un proceso complejo que requiere de importantes conocimientos técnicos que se adquieren durante el desarrollo profesional, pero además se necesita de otras aptitudes de gestión, comunicación, negociación, idiomas, entre otras, que raramente se adquieren durante la época estudiantil.

La vocación de la normativa edificatoria debe ser la de actualizarse para adaptarse a las necesidades de la sociedad. Por eso, desde hace algunos años ya, comienza también la normativa edificatoria a regular las nuevas instalaciones de automatización en los edificios. En general, la normativa de aplicación es la encargada de establecer, para cada aspecto del proceso edificatorio, las exigencias técnicas que se han de satisfacer en el proyecto. Lo que se suele desconocer y a menudo obviar, es la capacidad que tiene la normativa para fomentar e impulsar el uso de determinadas soluciones constructivas. Por eso, en esta fase de investigación se ha desarrollado el análisis de las diferentes normas y disposiciones legales aprobadas a nivel nacional que se aplican a este tipo de instalaciones, clarificando que las normas son de aplicación voluntaria mientras que las disposiciones legales son de obligado cumplimiento. Este análisis incluye no sólo la recopilación y catalogación de los documentos normativos, sino además la metodología de diseño de sistemas de domótica en vivienda y edificaciones a la luz de la normatividad vigente y las consecuencias constatadas que han tenido dichas directrices en los proyectos afectados por su ámbito de aplicación.

En la actualidad se están desarrollando trabajos de normalización relacionados con la domótica tanto en organismo europeos (CENELEC; CEN) como en organismos internacionales (ISO/IEC).

Para una correcta interpretación de este trabajo se realiza una relación de las diferencias entre normas técnicas y disposiciones legales, siendo la más destacable de todas ellas, el carácter voluntario de las normas frente al obligado cumplimiento de las disposiciones legales.

Observar que, aunque en general las normas técnicas son de carácter voluntario, las disposiciones legales con frecuencia hacen referencia a las normas técnicas para cumplir los requisitos que se prescriben. En este caso, puede considerarse que una norma que en un principio era de carácter voluntario, se convierte en obligatoria.

Gran parte de las norma internacionales es IEC se transponen a normas europeas EN y posteriormente a normas españolas UNE-EN

Los principales organismos autorizados para la elaboración de Normas son los que se muestran en la tabla No 1. Se distingue entre su campo de aplicación (general, eléctrico y telecomunicaciones) así como su ámbito geográfico (internacional, europeo y nacional). Es importante resaltar que, en España, el único organismo de normalización existente es AENOR, que cubre todos los campos de aplicación, elabora normas nacionales y contribuye y aporta su conocimiento a la elaboración de normas europeas e internacionales.

Tabla 1. Organismos de Normalización.

AMBITO DE APLICACIÓN	GENERAL	ELECTRICO	TELECOMUNICACIONES
INTERNACIONAL			
EUROPEO			
NACIONAL			

ISO: International Organization for Standardization. (Organización Internacional para la Estandarización), es una norma adoptada por un organismo internacional de normalización tal como ISO y debe ser accesible al público.

CEN: European Commite for Standardization. (Comité Europeo para la Estandarización), norma técnica europea, es una norma adoptada por un organismo europeo de normalización, deben ser accesible al público, estas normas tienen un único status a partir de que son normas nacionales en cada uno de los estados miembros.

CENELEC: European Committee for Electrotechnical Standardization. (Comité Europeo para la Estandarización Electrotécnica), es el organismo europeo de normalización para la electrónica. Las normas elaboradas por CENELEC tienen que ser adoptadas, sin ninguna modificación, por los miembros nacionales de estandarización europeos. CENELEC genera y aprueba los siguientes tipos de documentos:

- EN - European Standard (estándar Europeo).
- HD - Harmonization Document (documento de armonización).
- TS - Technical Specification (especificaciones técnicas).
- TR - Technical Report (informe técnico).
- G - Guides (guías).
- CWA - CENELEC Workshop Agreement (acuerdo de taller)

AENOR: Asociación Española de Normalización y Certificación, es una entidad dedicada al desarrollo de la normalización y la certificación en todos los sectores industriales y de servicios Esta entidad es la encargada de elaborar las normas técnicas españolas (UNE) y de certificar productos, servicios y empresas, incluidas aquellas relacionadas con el campo de la domótica. Es la única entidad reconocida en España para desarrollar la s tareas de normalización y certificación y para representar al país ante los organismos internacionales, europeos y regionales: ISO, IEC, CEN, CENELEC, ETSI, COPANT.

- UNE-EN 50090: Normalizan las aplicaciones de control del sistema de comunicación abierto destinado a viviendas y edificios.

- UNE-EN 15232: Eficiencia energética de los edificios.

- EA0026:2006: Instalaciones de sistemas domóticas en viviendas. La EA0026 permite certificar instalaciones domóticas de acuerdo a una clasificación de tres niveles que se han definido basándose en el principio de alcanzar un nivel considerado "básico" Nivel 1, "intermedio" o Nivel 2, y el que se corresponde con "excelente" o Nivel 3.

- REBT: Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, La Instrucción Técnica 51 del REBT establece los requisitos mínimos de la instalación de los sistemas domóticos y comprende a las instalaciones de sistemas no independientes que realizan una función de automatización.

- EN 50131: Normativa Europea detectores de intrusión.

- EN 50132 y BS EN 62676: Normativa Europea sistema de vigilancia CCTV para uso en aplicaciones de seguridad.

- EN 50133: Normativa Europea sistema de control de acceso para uso en aplicaciones de seguridad.

- EN 50134: Normativa Europea sistema de alarma social.

- EN 50136: Normativa Europea sistemas de equipos y transmisión de alarmas.

- EN 50398: Normativa Europea sistemas de alarmas combinados o integrados

IEC: International Electrotechnical Commission. (Comisión Internacional Electrotécnica), es una organización de normalización en los campos: eléctrico electrónico y tecnologías relacionadas. La IEC es una organización líder en el mundo en la publicación de estándares internacionales para tecnologías relacionadas con electricidad y electrónica, que cuenta con más de 65 países miembros, entre los que se cuenta Colombia. La importancia de los estándares IEC para Colombia se ve reflejada en el hecho de que muchas normas NTC son adopciones idénticas de los estándares IEC.

- ISO/IEC 14543 Tecnología de información – arquitectura de sistemas de hogares electrónicos (Home Electronic Systems – HES)

- IEC 60364 Instalaciones eléctricas de bajo voltaje

UIT: International Telecommunication Union. (Unión Internacional de Telecomunicación), es el organismo especializado en telecomunicaciones de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), encargado de regular las telecomunicaciones a nivel internacional entre las distintas administraciones y empresas operadoras.

ICONTEC: Instituto colombiano de normas técnicas y certificación, es el Organismo Nacional de Normalización de Colombia.

RETIE: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas y fue creado por el Decreto 18039 de 2004, del Ministerio de Minas y Energía en Colombia, El objetivo de este

reglamento es establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, vida animal y vegetal y la preservación del medio ambiente, previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico.

RETIQ: El Reglamento Técnico de Etiquetado - RETIQ, tiene por objeto establecer medidas tendientes a fomentar el Uso Racional y Eficiente de la Energía – URE en equipos que usan Energía Eléctrica y Gas Combustible, mediante el uso de etiquetas informativas que permitan reducir o eliminar la inducción a error en los consumidores.

CRC: Comisión de regulación de comunicaciones, omisión de Regulación de Comunicaciones es una entidad orientada a promover la competencia y la inversión mediante la construcción de mercados competitivos en el sector de TIC, con el objetivo de generar condiciones que permitan que la población tenga acceso a la sociedad de la información y se apropie de sus beneficios.

5.4.1 Legislación Vigente

5.4.1.1 Reglamentación Nacional. En Colombia no existen normas que se refieran explícitamente al concepto de sistemas inteligentes, ni a conceptos relacionados. Sin embargo, como parte del programa Colombia Inteligente, algunas normas y reglamentos ya vigentes se encuentran en revisión por parte de los respectivos comités de normalización, con el fin de adaptarlas con miras a la implementación de las redes inteligentes en Colombia [23]. La mayor parte de estas normas y reglamentos se refieren a medidores de energía y a protocolos de seguridad y comunicación. Un listado de estas normas y reglamentos se presenta a continuación:

- Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 sus principales objetivos son asegurar la calidad en la edificación y promover la sostenibilidad e innovación [24]. Entre otros requisitos, la nueva normativa obliga a que los edificios sean construidos bajo su aplicación.
- Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, el Reglamento Técnico es aplicable a las instalaciones eléctricas destinadas a la conexión de equipos o aparatos para el uso final de la electricidad y en todo tipo de construcciones, ya sean de carácter público o privado [25]. Como en los otros apartes del Reglamento, los requisitos establecidos se aplican a condiciones normales y nominales de la instalación.
- Reglamento técnico para redes internas de telecomunicaciones RITEL que establece las medidas relacionadas con el diseño, construcción y puesta en servicio de las redes internas de telecomunicaciones en Colombia, además, este reglamento

deben cumplirlo todas las edificaciones sujetas a la ley de la propiedad horizontal y establece las especificaciones técnicas en materia de comunicaciones para el interior de los edificios con la finalidad de garantizar a los ciudadanos, el acceso a las telecomunicaciones (Radiodifusión sonora y Televisión terrestres y vía satélite, redes telefónicas, redes de banda ancha por cable y radio), no se hace referencia expresa a la domótica, si bien es cierto que podría ser uno de los documentos más fácilmente ampliables, para recoger la legislación en lo referente a servicios domóticos [26].

- Código Eléctrico Colombiano–NTC 2050 cuyo objeto es la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad. Debido a que el contenido de la NTC 2050 Primera Actualización (Código Eléctrico Colombiano), del 25 de noviembre de 1998, basada en la norma técnica NFPA 70 versión 1996, encaja dentro del enfoque que debe tener un reglamento técnico y considerando que tiene plena aplicación en las instalaciones para la utilización de la energía eléctrica, incluyendo las de edificaciones utilizadas por empresas prestadoras del servicio de electricidad, se declaran de obligatorio cumplimiento los primeros siete capítulos con las tablas relacionadas (publicados en el Diario Oficial No 45.592 del 27 de junio de 2004) incluidas las tablas del capítulo 9 de NTC 2050 y la introducción en los aspectos que no contradigan el presente reglamento [27].

- NTC-ISO/IEC 27001 tecnologías de la información. técnicas de seguridad. sistemas de gestión de la seguridad de la información (SGSI). esta norma es una adopción idéntica por traducción de la norma iso/iec 27001. Esta norma propone una metodología basada en procesos y en el modelo PHVA para gestionar el riesgo y mejorar la seguridad de la información dentro de las organizaciones (cualquier organización en general), de manera que está alineada con las normas ISO 9001 e ISO 14001 [28]. La norma presenta un listado de las definiciones relacionadas con el tema, luego expone los lineamientos generales para implementar y gestionar el SGSI, las responsabilidades de la dirección de la compañía, y las auditorías y procesos de revisión con miras a la mejora continua del sistema SGSI.

- NTC 4440 EQUIPOS DE MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. INTERCAMBIO DE DATOS PARA LA LECTURA DE MEDIDORES, TARIFA Y CONTROL DE LCARGA. INTERCAMBIO DE DATOS LOCALES DIRECTOS (26/10/2005) Constituye una adopción idéntica por traducción de la norma IEC 62056-21 y se encuentra en revisión por parte del comité 144 (Medidores de energía eléctrica). La norma contiene las especificaciones de hardware y de protocolo para el intercambio local de datos de los medidores, usando una unidad portátil HHU. Presenta diagramas y especificaciones de las interfaces (óptica y eléctrica) y sus componentes, así como especificaciones referentes a la transmisión de datos (velocidad de transmisión, código del carácter) y una completa descripción del protocolo de transmisión de datos [29].

- NTC 5648 MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. SISTEMAS DE PAGO. REQUISITOS PARTICULARES. MEDIDORES DE PAGO ESTÁTICOS PARA ENERGÍA ACTIVA (CLASE 1 Y 2) (26/11/2008) Es una adopción idéntica por traducción de la norma IEC 62055-31 y se encuentra bajo revisión del comité 144, que normaliza sobre medidores de energía eléctrica. Esta extensa norma aplica para medidores estáticos de energía eléctrica con exactitudes clase 1 y 2, que operen en interiores. Contiene una amplia sección de definiciones referentes a la medición de pago, códigos, portadores de código, interrupciones de carga y mantenimiento. Especifica algunos requisitos mecánicos de los medidores, la mayoría de los cuales referencian la norma IEC 62052-11; requisitos eléctricos, definidos en las normas IEC 62052-11 (NTC 5226) e IEC 62053-21 (NTC 4052); requisitos de exactitud de medida y requisitos funcionales [30].

5.4.1.2 Reglamentación Internacional. La International Electrotechnical Commission – IEC es una organización líder en el mundo en la publicación de estándares internacionales para tecnologías relacionadas con electricidad y electrónica, que cuenta con más de 65 países miembros, entre los que se cuenta Colombia. La importancia de los estándares IEC para Colombia se ve reflejada en el hecho de que muchas normas NTC son adopciones idénticas de los estándares IEC.

La IEC cuenta con dos comités de normalización especializados en redes inteligentes: el TA 12, que se ocupa de los temas de eficiencia energética y redes inteligentes; y el PC 118, que se ocupa de las interfaces de usuario para redes inteligentes. Pese a que estos comités no han publicado hasta la fecha ningún documento específico, la IEC ha identificado alrededor de 100 estándares relevantes para las redes inteligentes, publicados por otros comités [30].

Infraestructura de Medición Avanzada (AMI)

- IEC 61334 Automatización de la distribución usando sistemas de línea de distribución portadora.
- IEC 62056 Medición de electricidad – intercambio de datos para lectura de medidas, tarifas y control de carga.
- IEC 62058 Equipo de medición de electricidad

Comunicación.

- IEC 62325 Marco para las comunicaciones del mercado energético

- IEC 61085 Consideraciones generales para servicios de telecomunicaciones para sistemas de potencia

HVDC

- IEC 60633 Terminología para transmisión en líneas de alta tensión en DC (HVDC)
- IEC 60834-1 Equipo de teleprotección para sistemas de potencia –desempeño y pruebas.
- IEC 61954 Electrónica de potencia para sistemas de transmisión y distribución eléctrica.

Hogares inteligentes

- ISO/IEC 14543 Tecnología de información – arquitectura de sistemas de hogares electrónicos (Home Electronic Systems –HES)
- IEC 60364 Instalaciones eléctricas de bajo voltaje
- Las demás referentes a sistemas fotovoltaicos, compatibilidad electromagnética, y equipos de medición.

5.4.1.3 Directivas Europeas.

- **Directiva CE 2006/95/CE de Baja Tensión.** Su finalidad es la de garantizar la seguridad en el empleo de cualquier material eléctrico.
- **Directiva CE 89/336/CEE de Compatibilidad Electromagnética.** Cuyo objetivo es garantizar la protección de los equipos y las personas contra los problemas que puedan causar las perturbaciones electromagnéticas que provocan los dispositivos eléctricos y electrónicos. Esta disposición quedará derogada por la nueva directiva que entrará en vigor el 20 de julio de 2009 2004/108/CE.

5.4.2 Estándares Domóticos. La Domótica es un campo de la electrónica que ya lleva un largo tiempo en desarrollo, y el número de constructores dentro de la Domótica es enorme. Debido que no ha existido un organismo que regule su avance, el número de estándares es mucho, por ello mencionar todos los existentes sería un poco difícil [29]. En el presente trabajo se menciona los más importantes.

5.4.2.1 EIB (European Installation Bus). Es un sistema descentralizado para el control de instalaciones de una vivienda mediante un bus de comunicación, está dirigido a empresas integradoras de domótica, utiliza cable propio, y tiene dispositivos muy estéticos y fácilmente escalables. Es un sistema abierto, pues actualmente existen numerosas empresas europeas (Asociación EIB) [30], fabricantes de material eléctrico, que han adoptado el mismo protocolo de comunicaciones y que por tanto es posible mezclar componentes de diferentes marcas en una misma instalación.

El Bus de Instalación Europeo (EIB) permite que todos los componentes eléctricos de las instalaciones del edificio estén intercomunicados entre sí, todos con todos con un solo cable bus de 2 hilos. De esta forma es posible que cualquier componente dé órdenes a cualquier otro, independientemente de la distancia entre ellos y de su ubicación, es decir, que todos los aparatos que utilizan la energía eléctrica en su funcionamiento quedan integrados en una sola red, tales como interruptores, pulsadores, motores, electroválvulas, contactores, sensores de cualquier tipo, etc.

5.4.2.2 EHS (European Home System). EHS fue inicialmente propuesto por la empresa Trialog, y posteriormente adoptado por la EHSA (European Home System Association), consorcio abierto que pretende impulsar a la industria Europea dentro del campo de la domótica. Dentro de los miembros del consorcio destacan las empresas: Bosch Telecom, Deutsche Telekom, FranceTelecom, Siemens, Philips, HoneyWell, Caba, HJorne Automation Association e Instituto Tecnológico Aragón [33].

EHS, define un sistema de red completo, el cual soporta todas las funciones domesticas de forma modular, fácilmente expansible y configurables automáticamente. EHS es un sistema abierto con administración distribuida y funciones de control para todos los medios disponibles. La estandarización asegura la interoperatividad de productos de fabricantes diferentes.

5.4.2.3 BATI-BUS. Bati-BUS es un protocolo abierto que ha sido aceptado por Francia como el estándar para la construcción de edificios inteligentes; el estándar francés esta descrito en el **NFC 46620** y especifica las siguientes capas del modelo OSI: física, acceso al medio y aplicación así como los requerimientos de mantenimiento de la red [34].

El estándar Bati-Bus también está suscrito al CENELEC (European Electronics Standard Committee) y la ISO (International Standards Organization) para su aprobación.

El bus Bati-BUS consiste en par trenzado enlazado con la red de suministro eléctrico, del edificio, el sistema es centralizado, este bus interconecta todos los sensores y actuadores del sistema de control del edificio como calefacción, aire acondicionado y funciones de seguridad, pudiéndose conectar hasta un máximo de 7680 dispositivos al mismo bus al mismo tiempo.

6. METODOLOGIA.

A pesar de que la domótica no está muy desarrollada en Colombia, con este trabajo se pretende mostrar que actualmente existe ausencia de reglamentación para estas tecnologías basado en las tendencias de sistemas domóticos europeos e internacionales permitiendo la automatización de los hogares.

Cada vez es más común que la gestión del edificio se lleve a cabo desde un centro de control integrado en el propio edificio, donde para ello se utilizan plataformas de integración de sistemas desde los cuales se controlan todas las instalaciones del edificio. En la domotización de un edificio es importante seguir una metodología clara y detallada que permita controlar y conocer en todo momento lo que se está haciendo.

En la elección de uso o actividades definidos dentro del ámbito del Hogar Digital, las viviendas deben estar dotadas de unas infraestructuras que van más allá de lo que habitualmente se proyecta y desarrolla. A partir de la normativa actual de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones y demás disposiciones aplicables a los edificios de nueva construcción, además de las normas de diversos organismos españoles y europeos, como AENOR, CENELEC y el IEC, que sean aplicables, se especifica un conjunto mejorado de infraestructuras tecnológicas en las viviendas que garanticen la prestación de los servicios [33]. Gran parte de las norma internacionales es IEC se transponen a normas europeas EN y posteriormente a normas españolas UNE-EN.

En este capítulo del trabajo se detalla la metodología de diseño de sistemas domóticos en viviendas y edificaciones bajo las normativas nacionales e internacionales que se deben cumplir. Esta metodología está enfocada en dos áreas de la domótica (Gestión energética y confort).

Para lograr la eficiencia energética es necesario aplicar un sistema basado en varios conceptos de ahorro, que anidados, harán la diferencia en el consumo energético del hogar. La domótica divide estos conceptos en dos ramas, donde la primera se basa en el aprovechamiento de otras fuentes de energía alternativas, diferentes a la energía comercial que venden las diferentes empresas de distribución eléctrica, y la segunda busca la manera de aprovechar al máximo la energía con la que ya se cuenta.

6.1 FASES DE UNA INSTALACIÓN.

Al realizar instalaciones domóticas, en una casa nueva o ya sea en una habitada, es posible que se tenga que modificar las líneas eléctricas, de gas o de agua. Para evitar problemas es recomendable que esto lo haga un técnico matriculado y/o consejo de aprobación.

En esta sección se verá cuáles son los pasos que se deben seguir al realizar una instalación domótica que brinde el confort que se busca al momento de iniciarla.

6.1.1 Preparación para la instalación. Lo primero que se debe hacer antes de iniciar una instalación es decidir cuáles son los servicios que se van a gestionar. Se tiene que decidir si solo se automatizara la iluminación, la apertura de puertas y persianas, la regulación de temperatura, el acceso a internet, riego de jardines o todo lo relacionado con la gestión energética que se describió en el capítulo 2.3.4 *aplicaciones de la domótica*.

Luego se debe considerar si la instalación se realizará en la totalidad de la casa o parcialmente (algunas habitaciones o sitios específicos). Una vez claro lo anterior, se debe listar los componentes que se necesitan, los tipos de sensores que se utilizarán y que cantidad; cuantos receptores y transmisores, cuantas entradas y salidas tendrá la unidad de control.

Se debe verificar que todo se relacione con las dimensiones del ambiente en que serán colocados. Todas estas características las provee el fabricante en las hojas de datos. Una vez definidos los tipos y cantidades de sensores, actuadores, la unidad central y las áreas por intervenir, se puede empezar con la instalación. Si el edificio que se va a automatizar es nuevo o está en construcción, se debe solicitar al arquitecto o jefe de obra que contemple tuberías en paredes por donde pasan el cableado necesario para la comunicación entre sensores y actuadores. Si el edificio o residencia ya se encuentra en uso, se debe utilizar los ya instalados, instalar nuevos por dentro o fuera de la pared, o utilizar comunicación inalámbrica. Esta decisión depende del presupuesto que se maneje.

La ubicación de los elementos no debe ser al azar. Se debe colocar los sensores y actuadores en un lugar tal que cumplan correctamente su función. Las interfaces no deben ser ni excesivas ni faltantes. La unidad de control central se debe encontrar en un lugar donde este protegida tanto del daño por factores externos como el clima e internos como fallas eléctricas o humedad.

Una vez instalados los componentes en los lugares correspondientes y realizado el cableado que los comunica con la unidad central, se está en condición de iniciar con el software de control.

Se debe prestar atención a que el software responda con según lo diseñado y que la activación de los actuadores dependa de los sensores que se han instalado y programado. Esto permitirá saber si el cableado de los sensores y actuadores es el correcto.

Si alguno de los sensores presenta error, se debe discernir si el error está en el cableado o en la programación de la unidad de control y corregirlo.

Por último se debe probar todas las situaciones que se prevén al momento de diseñar el sistema y asegurarse que responda como es esperado y que lo haga de manera segura.

6.2 GESTIÓN ENERGETICA.

Es mucho el dinero que se malgasta en energía y tal vez sin darse cuenta. Es común dejar televisores y luces prendidas, para estas situaciones se puede hacer que las luces se enciendan cuando los sensores de movimiento detecten personas en las habitaciones, incluso se puede hacer que la central que la central desconecte el televisor si no se detecta movimiento después de 10 minutos por ejemplo.

También es posible disminuir el consumo eléctrico si se abren persianas de forma automática cuando la central detecta que el sol está iluminando más que las luces del interior. Otra manera eficiente de usar la energía eléctrica es conectar las grandes cargas, como la lavadora o el lavavajillas, de forma automática durante la noche para ahorrar en la factura de electricidad. También se puede desconectar la lavadora por un momento si al mismo tiempo se desea utilizar el horno microondas, para no sobrecargar la línea.

Otros de los electrodomésticos que consumen demasiada energía, son los equipos de calefacción y aire acondicionado. Para ahorrar en este sentido, la domótica permite ceder la decisión de encenderlos o apagarlos de forma automática. Para esto, la central se vale de sensores de temperatura de cada habitación y así saber que acción tomar para garantizar el confort.

6.2.1 Calificación Energética. En el Código Técnico de la Edificación (CTE), que es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad, se establecen nuevos requisitos sobre eficiencia energética en los documentos básicos DB HE (Ahorro Energético), DB SI (seguridad en caso de incendio), DB SUA (seguridad de utilización y accesibilidad) y DB HS (salubridad) [36].

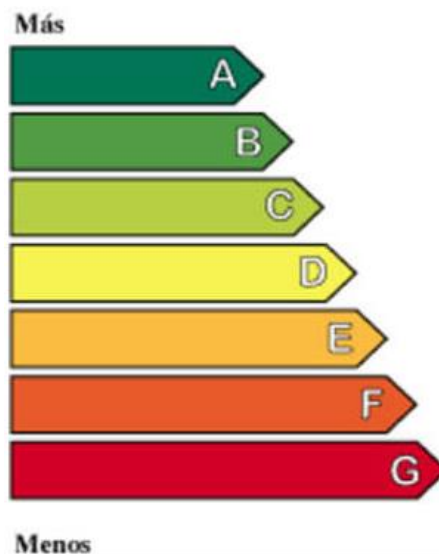
Para obtener la calificación energética de un edificio o vivienda se pueden hacer uso de documentos reconocidos, que son documentos técnicos sin carácter

reglamentario que cuentan con el reconocimiento conjunto del ministerio de industria, energía y turismo (MINETUR).

Evaluación de la calificación energética del edificio o vivienda mediante las aplicaciones reconocidas por MINETUR y la norma UNE-EN 15232 sin tener en cuenta ningún sistema de control y automatización. Es necesario disponer de datos técnicos del edificio, como la orientación del edificio, año de construcción y distribución.

Con la aplicación del programa CANELER se obtiene la calificación energética del edificio considerando que no se ha instalado ni domótica ni inmótica. La aplicación proporciona las emisiones de CO2 debido al consumo energético. Al referirlas a un edificio se le otorga la letra ("A" para los edificios energéticamente más eficientes, hasta la "G" para los edificios energéticamente menos eficientes) como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Escala de calificación Energética.



Fuente: Domótica e inmótica en la certificación energética [36].

Tabla 2. Calificación Energética según el programa CALENER.

	Calificación energética del edificio sin sistema de control y automatización según la aplicación CALENER	
Sistema de energía del edificio	Emisiones del edificio objeto (Kg CO ₂ /m ²) (1)	Emisiones del edificio de referencia (Kg CO ₂ /m ²) (2)
Calefacción	U	U'
Refrigeración	V	V'
ACS	W	W'
TOTAL	$T = U + V + W$	$T' = U' + V' + W'$

Fuente: Domótica e inmótica en al certificación energética [36].

La calificación energética según CALENER se obtiene dividiendo T por T'.

6.2.2 Determinación de la clase del sistema de control y automatización mediante la norma UNE-EN 15232. La norma UNE-EN 15232 “Eficiencia energética de los edificio. Métodos de cálculo de las mejoras de la eficiencia energética mediante la aplicación de sistemas integrados de gestión técnica de edificios”, es la adopción de la AENOR de la norma europea EN 15232. Esta norma forma parte de una serie de normas dirigidas a la armonización europea de la metodología para el cálculo de la eficiencia energética de los edificios [37].

La norma establece un método para estimar los factores de ahorro energético que se pueden utilizar junto con la evaluación energética de los edificios. Complementa a su vez a una serie de normas que se han creado para calcular la eficiencia energética de las instalaciones técnicas de los edificios por ejemplo, los sistemas de calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación.

La UNE-EN 15232 tiene en cuenta el hecho de que se puede reducir el consumo energético de un edificio con los sistemas de automatización y control de edificios y la gestión técnica de edificios, tanto de nueva construcción como renovados. Clasifica los edificios residenciales y no residenciales en clases que van de la A, el que incorpora el sistema de control de mayor ahorro, a la D, que es la clase que se asigna a un edificio cuyo sistema de control no genera ningún ahorro energético [38].

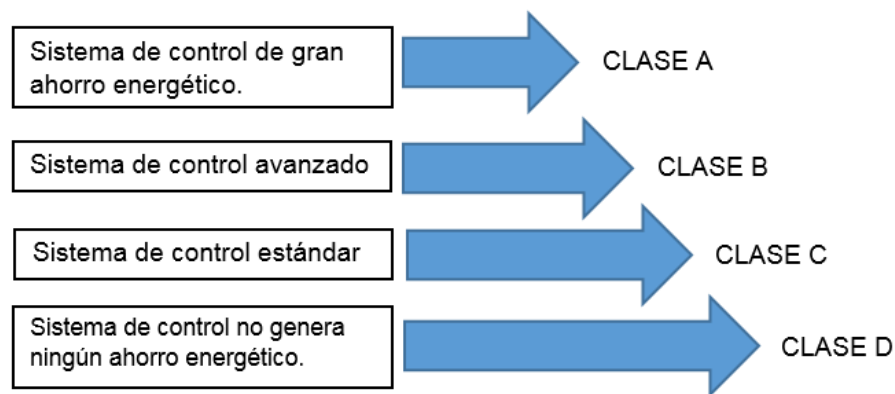
En esta etapa es necesario conocer las características y funciones del sistema de control y automatización. La clase del sistema de control y automatización se obtiene rellenando la tabla 2 “Lista de funciones y asignación a las clases de eficiencia de la BACS (siglas en inglés de “Sistema de Automatización y Control del Edificio”)” de la Norma UNE-EN 15232.

En la tabla 2 de dicha norma se lista para cada aplicación (control de ocupación, control de iluminación natural, control de persianas, etc.) cuales son las posibles opciones de control, y en qué grado pueden estar implementadas en el edificio.

Para cada una de las opciones se debe rellenar uno de los cuadros sombreados de la tabla 2 de la Norma UNE-EN 15232, debiéndose marcar el que otorgue mayor clase a esa característica (la mayor clase es la “A” y la menor es la “D”). Debe aclararse que para cada sección de la tabla el resultado será una única letra.

Si en el sistema de control y automatización de la vivienda o el edificio no se ha implementado alguna de las funciones de la tabla 2 se puede indicar que “NO APLICA”, justificando por qué no se ha considerado [38].

Figura 6. Clase energética del sistema de control y automatización.



Fuente: Domótica, Inmótica y Hogar Digital [36].

Estas letras de la clase energética del sistema de control no se deben confundir con las de la calificación energética del edificio o vivienda.

La UNE-EN 15232 tiene en consideración elementos de control para la regulación de la calefacción, la refrigeración, la ventilación y el aire acondicionado, la iluminación y las persianas. Considera también los sistemas de automatización y la gestión técnica de viviendas y edificios.

El procedimiento que se puede aplicar al sistema de automatización y control aplicado es:

- Iluminación: La iluminación se puede controlar por el sistema domótico del edificio mediante sensores de presencia con sensores de iluminación. Así se realiza un control de iluminación estableciendo un umbral mínimo de la misma forma que

enciende las luces al detectar presencia, siempre y cuando no supere dicho umbral. Se establece un nivel de alumbrado para el tránsito de personas mejorando el ahorro energético, la calidad visual y la seguridad.

- **Mantenimiento de las instalaciones:** Los dispositivos de climatización e iluminación están comunicados. Lo que permite que en caso de que se desee, se pueda realizar el mantenimiento de las instalaciones de manera preventiva ya que se indica los problemas que pueden ocasionarse, agilizando el proceso de detección y reparación.

- **Monitoreo de las instalaciones:** Se puede instalar un sistema de monitoreo del edificio o un panel para poder monitorear el estado de la instalación

En viviendas se puede instalar control y automatización para:

- **Iluminación:** Los puntos principales de luz en una vivienda se pueden conectar a conectores ON/OFF. Estos se pueden sustituir por puntos de luz regulables gracias a la flexibilidad del sistema.

- **Climatización:** Se dispone de dos zonas de climatización, una zona de día (zonas públicas y comunes de la vivienda) y otra zona de noche (zonas privadas) con dos termostatos que controlen el suelo radiante y el Fan Coil [39].

- **Persianas:** Se conectan al sistema domótico con el fin de integrarlas a los escenarios deseados, aportando beneficios con la luz, clima, seguridad, confort y ahorro energético.

- **Escenas y monitorización:** Se puede utilizar una pantalla táctil con web-server [38], que permite el acceso y control remoto a la vivienda. Se implementa escenas nocturnas como el apagado de puntos de luz de la zona diurna de la vivienda, el cierre de persianas de la zona diurna y el cambio de modo de los termostatos a modo noche para así incrementar tanto el confort como el ahorro energético. También se puede implementar la escena “salida del hogar” en la que se cierran todas las persianas y se apagan todas las luces de las casas.

La vivienda, gracias al sistema domótico escogido y a la forma de plantear la instalación, puede adoptar e integrar las nuevas tecnologías que vayan surgiendo.

6.2.3 Definición de los factores de corrección en función de la clase del sistema de control según la norma UNE-EN 15232. A partir de la clase energética del sistema de control, basados en las tablas de la norma UNE-EN 15232 se obtiene

los factores de eficiencia energética térmica (f_{BAC}^{HC}) y eléctrica (f_{BAC}^{el}) de la BAC. Estos factores miden el impacto de las funciones de la BAC en el consumo anual energético e indican el consumo energético de un edificio respecto a un edificio de referencia.

La norma UNE-EN 15232 toma como referencia un edificio con un sistema de control y automatización de clase “C”, es decir, un sistema de control estándar.

Paralelamente, sobre el mismo edificio, se debe definir los elementos de control y automatización que se van a utilizar.

Una vez definidos, se debe completar las tablas de listas de funciones que figuran en la norma, distinguiendo entre si el edificio es residencial o no residencial.

Tabla 3. Definición de clases energéticas según UNE-EN 15232.

		Definición de las clases							
		Residencial				No Residencial			
		D	C	B	A	D	C	B	A
REGULACIÓN AUTOMÁTICA									
REGULACIÓN DE LA CALEFACCIÓN									
Regulación de la emisión.									
El sistema de control se instala en el nivel del emisor o del ambiente, para el caso 1, un solo sistema puede controlar varios ambientes.									
0	No se realiza ninguna regulación automática								
1	Regulación automática centralizada								
2	Regulación automática de ambientes individuales con válvulas termostáticas o reguladores electrónicos								
3	Regulación de ambientes individuales con comunicación entre reguladores y con el BACS								
4	Regulación integrada de ambientes individuales incluso con control de la demanda (ocupación, calidad del aire, etc)								
Regulación de la temperatura (de impulsión o de retorno) del agua caliente de la red de distribución.									
Se puede aplicar esta función similar al control de las redes de calefacción directas.									
0	No se realiza ninguna regulación automática								
1	Regulación con compensación por temperatura exterior								
2	Regulación de la temperatura interior.								
Control de las bombas de distribución									
Las bombas controladas se pueden instalar en diferentes niveles de la red									
0	Sin control								
1	Control de arranque parada								
2	Control de bombas de velocidad variable con delta p constante								
3	Control de bombas de velocidad variable con delta p proporcional								
Control intermitente de la emisión y/o la distribución									
Un regulador puede controlar varias zonas/ambientes que tengan las mismas pautas de ocupación									
0	No se realiza ninguna regulación automática								
1	Regulación automática con un programa horario prefijado								
2	Regulación automática con optimización de arranque/parada								
Control del generador									
0	A temperatura constante								
1	A temperatura variable en las cargas y en la capacidad del generador								
2	A temperatura variable dependiendo de la carga								
Secuencia de diferentes generadores									
0	Prioridades basadas sobre las cargas								
1	Prioridades basadas en las cargas y en la capacidad del generador								
2	Prioridad basada en la eficiencia del generador (Comprobar otra norma)								

Fuente: Domótica, Inmótica y Hogar Digital [38].

Tabla 3. (Continuación)

		Definición de las clases							
		Residencial				No Residencial			
		D	C	B	A	D	C	B	A
REGULACIÓN DE LA REFRIGERACIÓN									
Regulación de la emisión.									
El sistema de control se instala en el nivel del emisor o del ambiente, para el caso 1, un solo sistema puede controlar varios ambientes.									
0	No se realiza ninguna regulación automática								
1	Regulación automática centralizada								
2	Regulación automática de ambientes individuales con valvulas termostaticas o reguladores electrónicos								
3	Regulación de ambientes individuales con comunicación entre reguladores y con el BACS								
4	Regulación integrada de ambientes individuales incluso con control de la demanda (ocupación, calidad del aire, etc)								
Regulación de la temperatura (de impulsión o de retorno) del agua caliente de la red de distribución.									
Se puede aplicar esta función similar al control de las redes de calefacción directas.									
0	No se realiza ninguna regulación automática								
1	Regulación con compensación por temperatura exterior								
2	Regulación de la temperatura interior.								
Control de las bombas de distribución									
Las bombas controladas se pueden instalar en diferentes niveles de la red									
0	Sin control								
1	Control de arranque parada								
2	Control de bombas de velocidad variable con delta p constante								
3	Control de bombas de velocidad variable con delta p proporcional								
Control intermitente de la emisión y/o la distribución									
Un regulador puede controlar varias zonas/ambientes que tengan las mismas pautas de ocupación									
0	No se realiza ninguna regulación automática								
1	Regulación automática con un programa horario prefijado								
2	Regulación automática con optimización de arranque/parada								
Control del generador									
0	A temperatura constante								
1	A temperatura variable en las cargas y en la capacidad del generador								
2	A temperatura variable dependiendo de la carga								
Secuencia de diferentes generadores									
0	Prioridades basadas sobre las cargas								
1	Prioridades basadas en las cargas y en la capacidad del generador								
2	Prioridad basada en la eficiencia del generador (Comprobar otra norma)								

Fuente: Domótica, Inmótica y Hogar Digital [38].

Tabla 3. (Continuación)

		Definición de las clases							
		Residencial				No Residencial			
		D	C	B	A	D	C	B	A
REGULACIÓN DE LA VENTILACIÓN Y DEL AIRE ACONDICIONADO									
Regulación del caudal de aire y nivel del ambiente									
0	Sin control								
1	Control manual								
2	Control por horario								
3	Control de presencia								
4	Control de la demanda								
Regulación del caudal de aire a nivel del climatizador									
0	Sin control								
1	Control horario de arranque/parada								
2	Regulación automática del caudal o de la presión con o sin reajuste de la presión								
Control antihielo de recuperadores de energía									
0	Sin control antihielo								
1	Con control antihielo								
Control de sobrecalentamiento de recuperadores de energía									
0	Sin control de sobrecalentamiento								
1	Con control de sobrecalentamiento								
Refrigeración gratuita									
0	Sin control								
1	Refrigeración nocturna								
2	Refrigeración gratuita								
3	Control directo h,x								
Regulación de la temperatura de impulsión									
0	Sin control								
1	Punto de consigna constante								
2	Punto de consigna variable con compensación por temperatura exterior								
3	Punto de consigna variable con compensación dependiente de la demanda								
Regulación de la humedad									
0	Sin regulación								
1	Limitación de la humedad del aire de impulsión								
2	Regulación de la humedad del aire de impulsión								
3	Regulación de la humedad del aire ambiente o del entorno								

Fuente: Domótica, Inmótica y Hogar Digital [38].

Tabla 3. (Continuación)

		Definición de las clases							
		Residencial				No Residencial			
		D	C	B	A	D	C	B	A
CONTROL DE LA ILUMINACIÓN									
Control de ocupación									
0	Interruptor manual para encender/apagar								
1	Interruptor manual para encender/apagar + señal adicional de apagado								
2	Control automático de encendido/alternado								
3	Control automático de encendido/apagado								
4	Control manual de encendido/alternado automático								
5	Control manual de encendido/apagado automático								
Control de la iluminación natural									
0	Manual								
1	Automático								
CONTROL DE PERSIANAS									
0	Mando manual								
1	Mando motorizado con control manual								
2	Mando motorizado con regulación automática								
3	Control combinado iluminación/persinas HVAC								
SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE VIVIENDAS.									
SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE EDIFICIOS									
0	No hay un sistema de automatización de viviendas. No hay un sistema de automatización y control de edificios								
1	Adaptación centralizada del sistema de automatización y control de viviendas y edificios a las necesidades del usuario								
2	Optimización centralizada del sistema de automatización y control de viviendas y edificios								
GESTIÓN TÉCNICA DE VIVIENDAS Y EDIFICIOS									
Detección de fallos de los sistemas de viviendas y edificios y prestación del soporte necesario para el diagnóstico de fallos									
0	No								
1	Si								
Presentación de la información sobre el consumo de energía, condiciones interiores y posibilidades de mejora									
0	No								
1	Si								

Fuente: Domótica, Inmótica y Hogar Digital [38].

Para complementar las tablas, se debe marcar funcionalidad a funcionalidad el nivel de control y gestión que tiene la instalación del edificio. En función de la topología del edificio, se debe marcar la columna residencial o la de no residencial. Cada funcionalidad esta desglosada en una sección: control de persianas, control de iluminación, regulación de la calefacción, etc. Cuando alguna funcionalidad no se haya implementado, deberá justificarse que no ofrece ningún servicio específico y

no se tendrá en cuenta a la hora de determinar la clase del edificio según la norma UNE-EN 15232.

En cada caso se debe marca el cuadro sombreado que mayor clase otorgue para cada característica de la tabla.

Una vez puntuadas todas las secciones, la calificación del control será la menor de todas las clases obtenidas.

6.2.4 Obtención de la calificación energética corregida según la norma UNE-EN 15232 según el sistema de control y automatización. La calificación energética del edificio obtenida se basa en que en el edificio de referencia donde no hay ningún sistema de automatización y control.

Para poder comparar esta calificación con la obtenida empleando la norma UNE-EN 15232, ambos sistemas deben tener la misma referencia por lo que se debe realizar un cambio de referencia en la norma UNE-EN 15232. Por lo tanto, todos los datos se deben referenciar a un edificio en el que el sistema de control y automatización instalado no contribuye al ahorro energético. Por lo tanto, deben tomarse los factores de eficiencia energética f_{BAC}^{HC} y f_{BAC} el correspondiente a la case energética D.

Para el cálculo del factor de corrección que permite obtener la calificación energética por aplicación de la norma, es decir, teniendo en cuenta la domótica y la inmótica, se divide el factor de eficiencia del edificio objeto (el cual tiene en cuenta el sistema de control y automatización) por el factor de eficiencia del edificio de referencia (edificio con un sistema de control y automatización de clase D).

Las emisiones del edificio con sistema de control y automatización son las obtenidas por la aplicación del Caneler multiplicadas por el factor de corrección como se indica en la tabla 4.

Tabla 4. Emisiones del edificio con sistema de control y automatización.

Sistema de energía del edificio	Calificación energética del edificio sin sistema de control y automatización según la aplicación CALENER		Factores de la norma UNE-EN 15232:2008				Cálculos	
	Emisiones del edificio objeto (Kg CO2/m2) (1)	Emisiones del edificio referencia (Kg CO2/m2) (2)	Factor de eficiencia del edificio no eficiente (sistema de control y automatización n de clase 'D') (3)		Factor de eficiencia del edificio objeto (4)		Factor de corrección (4)/(3) (5)	Emisiones corregidas del edificio objeto (1)*(5) (6)
Calefacción	U	U'	fBAC, HC	X	fBAC, HC	X'	X'/X	U.X'/X
Refrigeración	V	V'	fBAC, HC	Y	fBAC, HC	Y'	Y'/Y	V.Y'/Y
ACS	W	W'	fBAC, HC	Z	fBAC, HC	Z'	Z'/Z	W.Z'/Z
TOTAL	T=U+V+W	T'=U'+V'+W'						Tc=U.X'/X+V.Y'/Y+W.Z'/Z

Fuente: Domótica, Inmótica y Hogar Digital [38].

La calificación energética del edificio teniendo en cuenta la contribución de la Domótica y la Inmótica se obtiene dividiendo T_c por T .

A partir de la calificación obtenida en la *evaluación de la calificación energética*, se obtiene una nueva calificación gracias a la aportación de la Domótica e Inmótica.

Los factores de referencia deben corregirse para tener en cuenta la misma referencia de edificio para el procedimiento previo de calificación energética como el de aplicación del procedimiento, es decir, un edificio sin tipo de control ni gestión; Clase de eficiencia de control del edificio D.

Los factores de referencia a considerar (tanto térmicos como eléctricos) serán obtenidos de la división de los factores de referencia de las tablas entre los factores de referencia de clase D de las mismas tablas:

$$\frac{f_{obtenidos}}{f_{clase D}} = f_{corregidos}$$

La calificación energética será el resultado de multiplicar el factor de referencia corregido por los datos de emisión obtenidos en la calificación energética del edificio sin control y automatización.

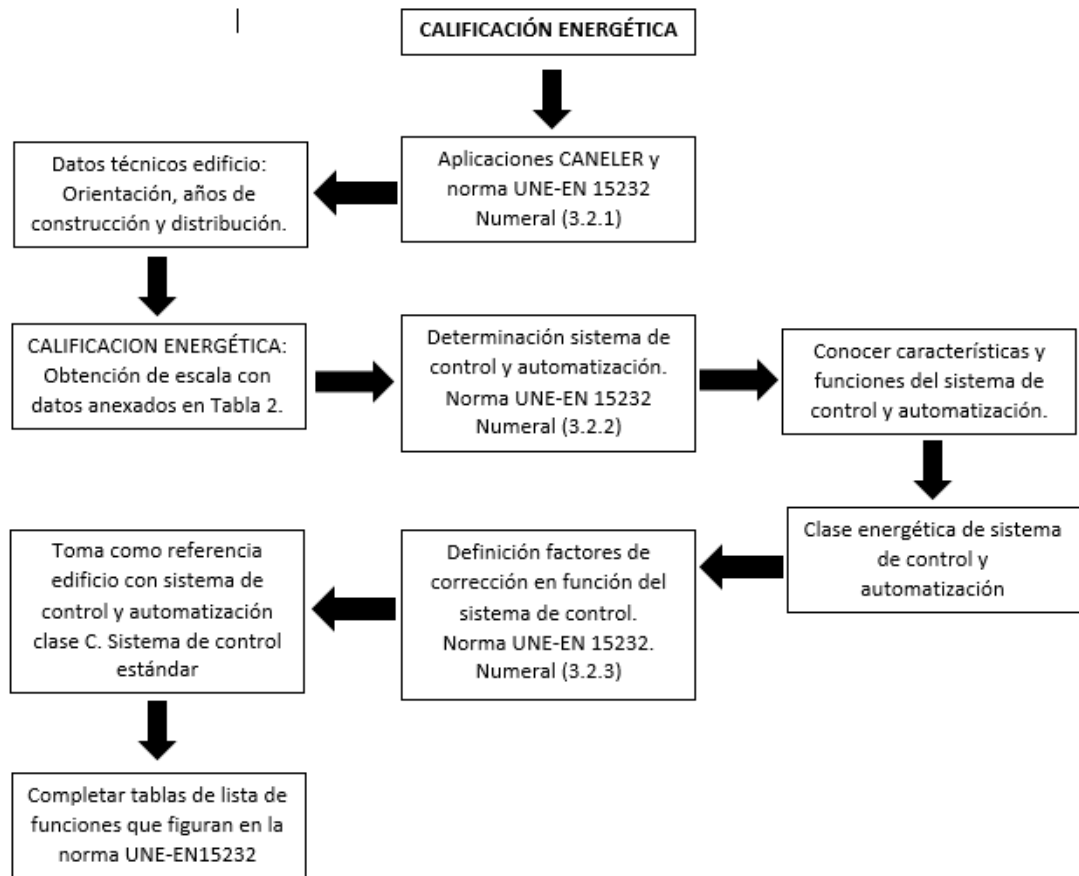
6.2.5 Metodología Calificación Energética. Dando cumplimiento al tercer objetivo específico se desarrolla una metodología de manera general donde se realiza la calificación energética (ver figura 7) de un edificio nuevo o existente mediante aplicaciones CANELER y la norma UNE-EN 15232.

6.3 SELECCIÓN DE EQUIPOS.

El Reglamento Técnico de Etiquetado RETIQ, establece las bases normativas obligatorias para el Etiquetado de Eficiencia Energética en Colombia, esta actividad busca brindar información sobre la eficiencia energética de equipos como neveras, lavadoras, calentadores, aires acondicionados y motores industriales, entre otros, a los usuarios de estos, con el propósito de elegir o comprar electrodomésticos y gasodomésticos más eficientes.

Para seleccionar el equipo más eficiente energéticamente, es necesario comparar las características de cada uno de ellos, las cuales se encuentran detalladas en la etiqueta de eficiencia energética [41].

Figura 7. Metodología calificación energética



Los equipos energéticamente eficientes se agrupan en:

- Acondicionadores de aire.
- Refrigeradores – Congeladores.
- Balastos.
- Motores eléctricos.
- Lavadoras de ropa.
- Calentadores de agua.
- Gasodomésticos.

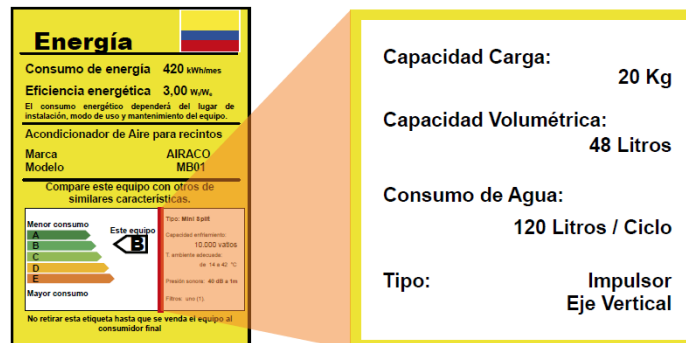
Con su utilización se logra:

- Ahorro en los consumos de energía y gas.
- Reducción de gastos en las facturas.
- Mejor calidad de vida.

6.3.1 Selección de un equipo eficiente. Con la ayuda de la etiqueta de eficiencia energética del Reglamento Técnico de Etiquetado RETIQ, se enumeran una serie de pasos que permitirán la selección de equipos más eficientes energéticamente.

- Utilizando los datos y características generales de los equipos, se selecciona los equipos que más se adecuen a las necesidades del sistema domótico a instalar.

Figura 8. Datos y características generales del equipo.



Fuente: Servicio Nacional de Aprendizaje SENA [41].

- Basados en las especificaciones, se escoge un grupo de equipos iguales o similares con el objetivo de comparar el rendimiento energético de los mismos y así realizar la mejor selección.
- Del grupo de equipos seleccionados en el paso anterior, se escoge aquellos con menos consumo de energía.

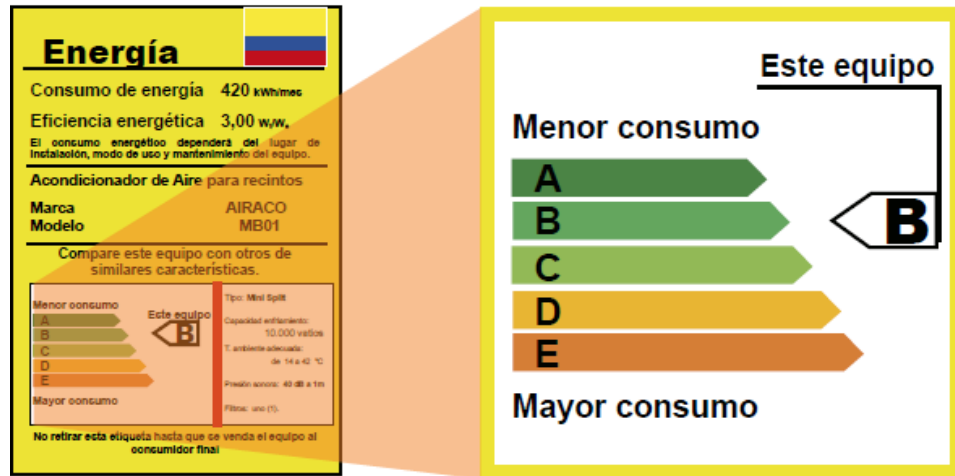
Figura 9. Selección del equipo con menor consumo de energía.



Fuente: Servicio Nacional de Aprendizaje SENA [41].

- Por último se elige el equipo que tenga la mejor clase energética.

Figura 10. Selección del equipo con mejor clase energética.



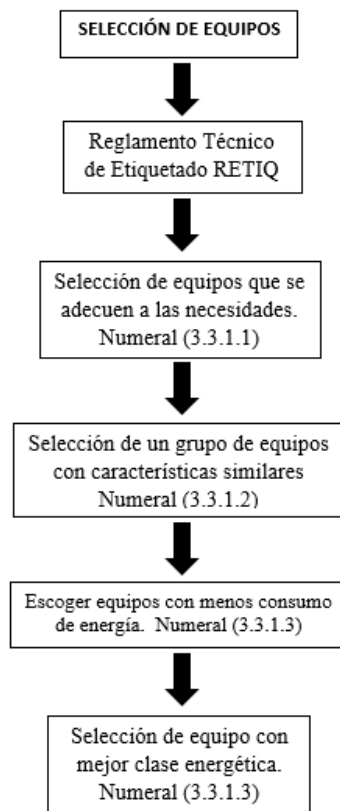
Fuente: Servicio Nacional de Aprendizaje SENA [39].

6.3.1.1 Metodología Selección de Equipos. Cumpliendo con el cuarto objetivo específico se plantea una metodología de selección de equipos utilizando el Reglamento Técnico de Etiquetado RETIQ el cual permite analizar las características de consumo energético de los equipos a utilizar según las necesidades de la aplicación domótica a utilizar. De manera genérica se puede establecer que se requiere de un proyecto técnico que reúna las características descritas (Figura 11) y que deban cumplir con las determinaciones establecidas con la normatividad aplicable.

6.3.2 Ahorro Energético en los Equipos. Con los datos de las facturas de servicios públicos (energía eléctrica y gas natural) y la etiqueta de eficiencia energética, se puede calcular el consumo de los equipos. Haciendo la comparación entre varios de ellos, se podrá determinar el ahorro al que se puede llegar con la selección de un equipo más eficiente.

La etiqueta de eficiencia energética muestra el valor del consumo de energía representado en *kWh/mes* o *kWh/año*, mientras que en la factura se muestra en *pesos/kWh*. La multiplicación de estos valores da como resultado el valor de consumo en un periodo de tiempo en *pesos/día*, *pesos/mes* y *pesos/año*.

Figura 11. Metodología Selección de equipos con Reglamento Técnico de Etiquetado RETIQ.



Con la ecuación 1 se logra obtener el valor de gasto de energía de los equipos basados En los valores de la etiqueta y la factura de servicio público. Donde A es el valor de consumo de energía expresados en kWh/mes que se encuentra en la etiqueta de cada equipo, y B es el valor de costo de energía expresado en pesos/kWh que se encuentra en la factura de servicios públicos.

$$\left(\frac{\text{pesos}}{\text{mes}}\right) = A \left(\frac{\text{kWh}}{\text{mes}}\right) \times B \left(\frac{\text{pesos}}{\text{kWh}}\right)$$

Ecuación 1. Gastos de energía [41].

6.4 REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE)

Resolución 9 0708 de agosto 30 de 2013

Esta norma colombiana busca establecer y garantizar la seguridad de las personas, la vida natural y vegetal así como la preservación del medio ambiente estableciendo metodologías y mecanismos que permitan minimizar, reducir o eliminar riesgos de origen eléctrico. Adicional a esto, define los parámetros mínimos para garantizar el buen funcionamiento, la seguridad, confiabilidad y calidad de los equipos de las instalaciones eléctricas.

6.4.1 Artículo 10 – Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas.

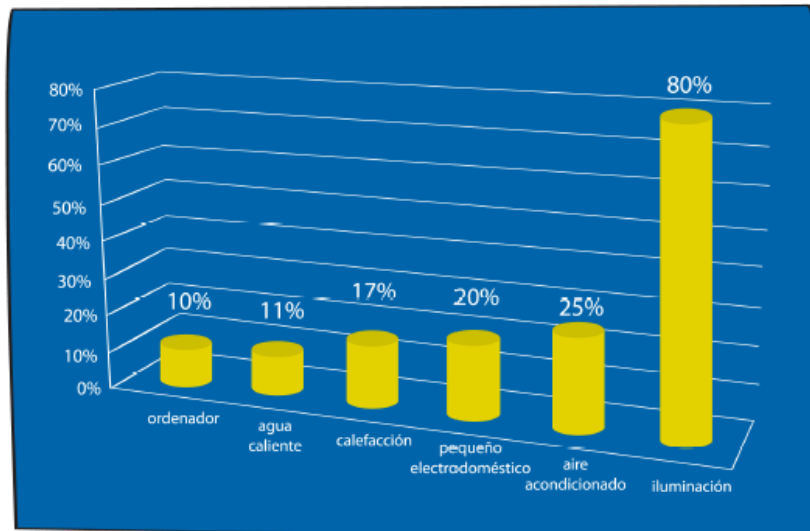
En este artículo se definen el reglamento que deben cumplir las instalaciones eléctricas. El artículo 10.1 Diseño de las instalaciones eléctricas, especifica que toda instalación eléctrica deberá ser diseñado por un profesional legalmente capacitado y este diseño podrá ser detallado (Artículo 10.1.1) o simplificado (Artículo 10.1.2). El artículo 10.2 Intervención de personas con las competencias profesionales establece que para toda construcción, ampliación o remodelación de instalaciones eléctricas debe ser dirigida, supervisada y ejecutada por profesionales competentes legalmente capacitados según los requisitos establecidos en la misma norma. Los profesionales mencionados por la norma son: Ingenieros electricistas, electrónicos, electromecánicos, tecnólogos en electricidad o electromecánica y técnicos electricistas. Para cada uno de estos también se establecen los requisitos legales que deben cumplir, estos requisitos se encuentran en los numerales a, b y c del artículo 10.2.

El artículo 10.3 Productos usados en instalaciones eléctricas establece 12 criterios que se deben tener en cuenta para la selección de productos o materiales eléctricos [42].

6.5 SISTEMA DE AHORRO ENERGÉTICO POR ILUMINACIÓN

La iluminación es uno de los servicios energéticos más consumidos tanto en viviendas como en lugares públicos, especialmente estos últimos deben estar iluminados todo el tiempo. Es posible realizar gestión energética, usando domótica, para reducir significativamente el consumo eléctrico causado por la iluminación. Como se puede apreciar en la figura 12, el cual es el resultado de las mediciones eléctricas durante 1 año a un hogar al cual la asociación española de domótica CEDOM [41], el ahorro energético después de usar sistemas de iluminación inteligentes con domótica es del 80%, muy significativo.

Figura 12. Ahorro eléctrico después de un año con un sistema domótico instalado.



Fuente: Como Ahorrar Energía Instalando Domótica en su vivienda [43].

La norma EN 15193:2007 especifica la metodología para la evaluación de la cantidad de energía utilizada para iluminación interior y proporciona un indicador para los requisitos de iluminación. Esta norma europea puede ser utilizada para edificios existentes y para el diseño de edificios nuevos o renovados [44].

La norma EN 15193 presenta además distintas normas indispensables para la aplicación de eficiencia energética para iluminación con el fin de adaptarse del mejor modo posible a los diferentes tipos de instalación, en la tabla 5 se puede identificar estas normas:

Tabla 5. Normas complementarias de la norma EN 15193.

NORMA	ASPECTOS QUE CUBRE
EN 1838	Iluminación. Alumbrado de emergencia.
EN 12193	Iluminación. Iluminación de instalaciones deportivas.
EN 12464-1:2002	Iluminación de lugares de trabajo en interiores.
EN 60570	Sistemas de alimentación eléctrica para iluminarias.
EN 60598	Luminarias
EN 61347	Dispositivos de control de lámparas.

Fuente: Norma EN 15193 [44]

6.5.1 Selección de Equipos. La selección de equipos como lámparas, bombillos, actuadores y sensores se puede realizar por el método expresado por el Reglamento Técnico de Etiquetado RETIQ como se mencionó en el numeral 3.3 del presente documento.

Adicional a estos componentes para limitar y mantener estable la intensidad de corriente en lámparas, se utilizan balastos eléctricos. Y para la selección de este tipo de equipos se puede dirigir al artículo 10 (Balastos de tipo electromagnético y electrónico para iluminación) de la norma RETIQ [45].

6.5.2 Iluminación – Artículo 17 RETIE. La mayoría de fuentes modernas de iluminación utilizan materiales que están sometidos al paso de corriente eléctrica, por esto, en este artículo la norma RETIE define los requisitos de producto e instalación que deben cumplir los portalámparas o porta bombillos fijos (Plafones) de acuerdo a los establecidos en el numeral 20.29 del Anexo General del RETIE para también buscar mejorar el confort visual.

6.5.2.1 Iluminación de seguridad. El artículo 17.1 establece los requisitos necesarios, que debe cumplir el sistema eléctrico en donde la iluminación sea un factor determinante de seguridad. Para esto, en este mismo artículo, la RETIE define los 7 requisitos que deben cumplir los sistemas eléctricos para dar conformidad a esta norma [42].

6.5.2.2 Pruebas periódicas a los sistemas de iluminación de emergencia. El artículo 17.2 define y hace referencia a otras normas que permiten la verificación de iluminación de emergencia, para que de esta manera, se asegure que en el momento en que se requiera la iluminación de emergencia, éste funcione correctamente cumpliendo con su objetivo de salvar vidas. Este artículo define que se debe hacer verificación mensual a los sistemas de iluminación de emergencia para encontrar fallos que pueden presentarse en el mismo sistema o en componentes como la fuente de luz, baterías, conductores y conexiones. Las normas que recomienda aplicar este artículo de la RETIE son la NF-C71-801 o NF-C71-820 (auto test de iluminación de emergencia y la UNE-EN-502172 (Supervisión y mantenimiento una instalación de iluminación de emergencia) [42]

6.5.3 Encendido Automático por detección de movimiento. El encendido-apagado automático de luces mediante sensores convencionales de movimiento o presencia (relacionados a su vez con el ahorro energético), son cada vez más sofisticados, hasta llegar a disponer de sensores que combinan la detección de presencia y la medición de la cantidad de luminosidad, buscando poder llegar al

óptimo de una regulación constante de luz, es decir, conseguir de forma automática, la cantidad de luz artificial justa, en función de la presencia y la medida de la luz natural que tiene la habitación en cada momento.

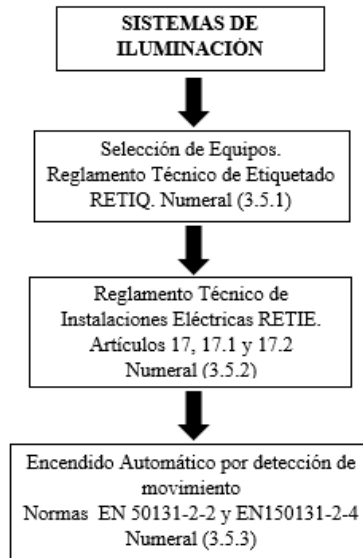
Para controlar el encendido y apagado de las lámparas, leds y bombillas mediante la domótica se requiere de sensores de movimiento que permitan detectar a las personas y así encender la luz sólo cuando las detecte. Las normas EN50131-2-2 sobre *Detectores por Infrarrojos Pasivos* y la EN50131-2-4 referente a los detectores combinados de *Infrarrojos Pasivos y de Microondas* establecen los criterios de seguridad a tener en cuenta para estos sensores. Entre los criterios más importantes de estas normas, se hace referencia a las características técnicas que permitan soportar ambientes y situaciones que puedan generar un mal funcionamiento del sistema:

- Inmunidad a las corrientes de aire: El sensor infrarrojo no debe generar señales o mensajes de detección de movimiento con una corriente de aire sobre la cara del detecto.
- Inmunidad a la radiación visible y próxima a la infrarroja: El sensor infrarrojo no debe generar señales o mensajes de detección de movimiento ante la radiación visible y cercana infrarroja, como la luz de la lámpara de un auto. El sensor debe generar señales con la detección de infrarrojo invisible de las personas.
- Inmunidad a la interferencia de las señales de microondas por las luces fluorescentes: El sensor infrarrojo no debe generar señales o mensajes de detección de movimiento ante una fuente de luz fluorescente cercana al sensor.

6.5.4 Metodología Ahorro Energético por Sistemas de Iluminación.

Cumpliendo con los objetivos específicos se plantea una metodología de ahorro energético por medio de sistemas de iluminación por medio del encendido y apagado automático de la iluminación con la detección de presencia. De manera genérica se puede establecer que se requiere de un proyecto técnico que reúna las características descritas (Figura 13) y que deban cumplir con las determinaciones establecidas con la normatividad aplicable.

Figura 13. Metodología ahorro energético sistemas de iluminación.



6.6 SISTEMAS DE REGULACIÓN POR CALEFACCIÓN.

Mediante la domótica, es posible crear un sistema de regulación automático de calefacción en función de la temperatura exterior, manteniendo así, la calefacción dentro del edificio o vivienda a un nivel de temperatura medio o deseado, brindando satisfacción y confort a las personas.

Este sistema tiene como principal característica la variación automática de la calefacción en función de la temperatura exterior detectada por un sensor, de esta manera, si el sensor detecta un incremento en la temperatura ambiente, el sistema reduce la calefacción para mantener la temperatura deseada y ahorrar energía. Estos pequeños cambios en la calefacción tienen gran impacto a largo plazo en el consumo de energía, como se menciona en el artículo publicado por IDAE, referente a la calefacción: *"Por cada grado que aumentemos la temperatura, se incrementa el consumo de energía aproximadamente un 7%"* [47].

6.6.1 Equipos de regulación en función de la temperatura exterior para los sistemas de calefacción eléctrica. Además de poder seleccionar los equipos que se requieren para la regulación de la temperatura por medio de la RETIQ como se

Menciona en el numeral 3.3, también se puede realizar esta selección por medio de la norma EN 12098-3 *Regulación para los sistemas de calefacción Parte 3*.

Esta norma europea se aplica a los equipos de control electrónico para sistemas de calefacción con emisión eléctrica directa. También cubre los controladores que contienen un arranque óptimo integrado. El controlador modula los modos de calentamiento o control de la zona individual.

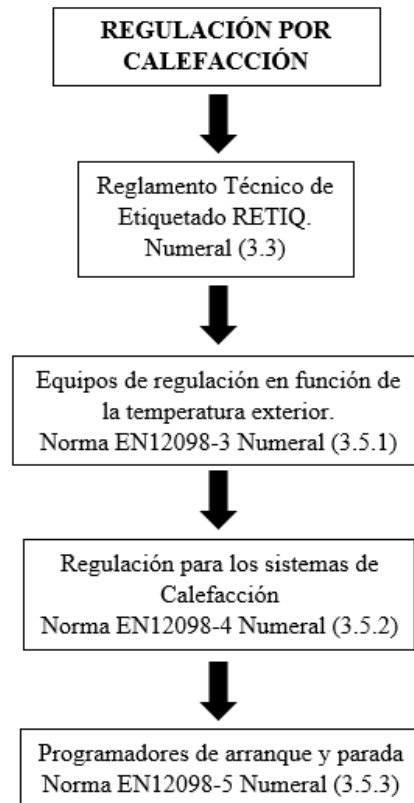
6.6.2 Equipos de regulación de arranque y parada optimizados para los sistemas de calefacción eléctrica. En este caso la norma EN 12098-4 *Regulación para los sistemas de calefacción parte 4*, se aplica a los equipos electrónicos que controlan la calefacción eléctrica donde los equipos se prueban para verificar la conformidad con las características técnicas de los materiales proporcionados por el fabricante. Describe las funciones de calentamiento de arranque-parada óptimas.

La función de arranque-parada óptima puede integrarse dentro de un dispositivo de control principal, como un controlador de compensación de temperatura exterior (OTC) donde se espera que el controlador tanto con la norma EN 12098-3 como con la norma EN 12098-4.

6.6.3 Programadores de arranque y parada para los sistemas de calefacción. La norma EN 12098-5 *Regulación para los sistemas de calefacción parte 5* se aplica a los equipos de programación para sistemas de calefacción donde las señales se pueden procesar utilizando técnicas analógicas o digitales, incluso ambas. Se aplica a las funciones de programación de arranque-parada y establece estándares mínimos aceptables para las funciones, el rendimiento y la documentación.

6.6.4 Metodología Ahorro Energético por Sistemas de Regulación de Calefacción. Cumpliendo con los objetivos específicos se plantea una metodología de ahorro energético por medio de sistemas de calefacción donde se tiene en cuenta los equipos de regulación de calefacción, los equipos y controladores de arranque y parada para los sistemas de calefacción. De manera genérica se puede establecer que se requiere de un proyecto técnico que reúna las características descritas (Figura 14) y que deban cumplir con las determinaciones establecidas con la normatividad aplicable.

Figura 14. Metodología sistema de regulación por calefacción.



6.7 SISTEMAS DE VENTILACIÓN.

La **eficiencia energética** lleva a mejorar los hogares y adaptarlos a un consumo mucho más responsable, pero siempre sin que eso signifique perder confort. La tecnología ecológica en la construcción trae los edificios inteligentes, que son construcciones pensadas totalmente para economizar consumos y hacer la vida más fácil. Además de que son capaces de, por ejemplo, relacionar ventilación y demanda energética de una forma eficiente.

Las edificaciones suelen incorporar lo que se denomina demanda controlada de ventilación. Esto significa que el sistema será capaz de ajustar el volumen de aire y

de ventilación en base a las necesidades del recinto. El caudal será distinto en todo momento, siempre en función de las condiciones de cada situación en concreto.

También se ha de hacer un uso responsable de la energía en el momento de controlar la temperatura y la humedad en el edificio. Lo ideal y necesario es no depender en exclusiva de los sistemas mecánicos de ventilación, sino que existan unidades de recuperación de calor o energía para poder ahorrar. En este caso, la cubierta ventilada es un ejemplo de sistema pasivo que ayuda a economizar energéticamente [48].

6.7.1 Inspección de sistemas de ventilación. La norma UNE-EN 15239 *Ventilación de los Edificios. Directrices para la inspección de sistemas de ventilación*, desarrolla una metodología para la inspección de sistemas de ventilación mecánica y natural en relación con el consumo de energía. De esta manera es posible evaluar la ventilación, el funcionamiento de los componentes mecánicos y eléctricos para determinar el rendimiento del sistema de ventilación con el consumo de energía.

Por otra parte, la norma UNE-EN 15240 *Directrices para la inspección de sistemas de acondicionamiento de aire*, desarrolla de igual manera la metodología para evaluar y determinar el rendimiento del sistema de ventilación de aire acondicionado con relación al consumo de energía.

6.7.2 Cálculo de pérdidas de energía. La norma UNE-EN 15241:2007 *Método de cálculo de las pérdidas de energía debidas a la ventilación y la infiltración*, establece la metodología para determinar el cálculo de la temperatura y humedad que ingresan al edificio para así establecer el consumo de energía eléctrico auxiliar para mantener fresco el ambiente y mantener el nivel de confort.

6.7.3 Cálculo y determinación de los caudales de aire incluyendo la infiltración. La norma UNE-EN 15242:2007 define la metodología que permite establecer el nivel de caudal de ventilación natural para calcular la energía, calor y refrigeración que permitan mantener la calidad del aire al interior buscando, de igual manera, el confort.

También la norma UNE-EN 15243:2005 describe los métodos para determinar el enfriamiento, humidificación y deshumidificación del sistema de aire acondicionado.

6.7.4 Metodología Ahorro Energético por Sistemas de Ventilación. Cumpliendo con los objetivos específicos se plantea una metodología de ahorro energético por medio de sistemas de ventilación donde se realiza la adecuada inspección de los sistemas de ventilación, se realiza el cálculo de pérdidas de energía y de los caudales. De manera genérica se puede establecer que se requiere de un proyecto técnico que reúna las características descritas (Figura 15) y que deban cumplir con las determinaciones establecidas con la normatividad aplicable.

6.8 GESTION DE CONFORT.

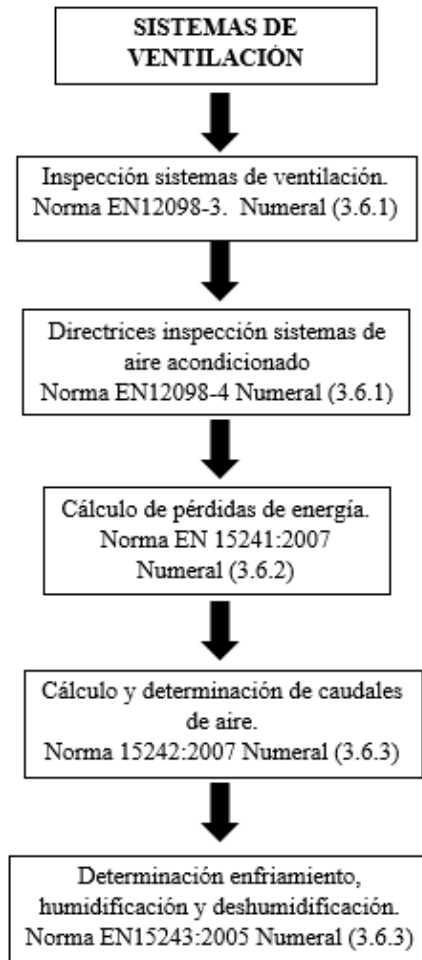
El Confort como una de las aplicaciones de la Domótica tiene como finalidad la simplificación de algunas tareas en el hogar o incrementar las posibilidades de control, creando nuevos hábitos o modelos de uso para el usuario, destinados siempre a mejorar el confort.

6.8.1 Control Automático de Persianas y Cortinas. La mejor manera de ahorrar energía es por supuesto no utilizarla, por lo menos dejar de usarla en momentos que no sea necesario, y aunque con el sistema de encendido y apagado automático de lámparas y bombillas otorga una gran cantidad de ahorro energético y confort, se puede hacer algo más y es aprovechar la luz natural, la luz solar.

Mediante la domótica es posible realizar un sistema que permita abrir persianas y cortinas de manera automática, cuando por medio de un sensor de luminosidad se detecte suficiente luz entrando por la ventana, apagando también las lámparas y bombillas de la habitación.

Para esto, la norma UNE–EN 12464-1 permite, en primera instancia, determinar los requisitos de iluminación de interiores para satisfacer las necesidades de confort y prestaciones visuales. Esta norma especifica criterios de diseño de iluminación de interiores enfocado a cantidad y calidad así como los límites de luminancia (la cual ayuda a determinar el brillo y la luminosidad). Junto a esta norma, la ya mencionada UNE 72-163-84 ayuda a determinar los niveles de iluminación adecuada y de esta manera establecer un parámetro el cual accionará el motor eléctrico que abrirá la persiana o cortina.

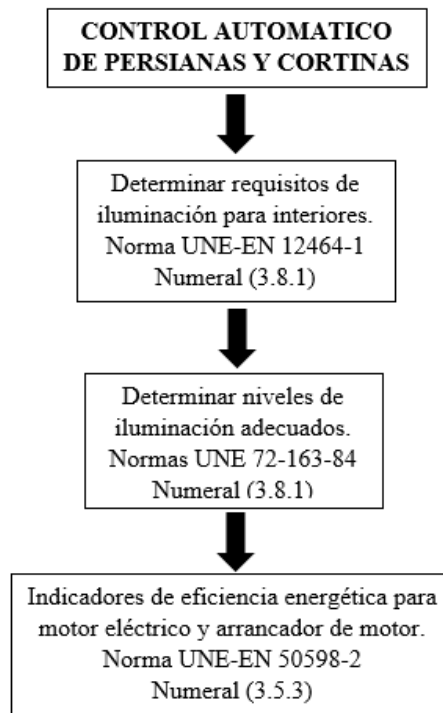
Figura 15. Metodología regulación con sistemas de ventilación.



Adicionalmente la norma UNE-EN 50598-2 otorga indicadores de eficiencia energética para el motor eléctrico y el arrancador del motor [47]. De esta manera y en combinación de las normas mencionadas en esta sección, es posible obtener un ahorro energético y un mayor confort aprovechando la luz natural.

6.8.1.1 Metodología Control Automático de Persianas y Cortinas. Cumpliendo con los objetivos específicos se plantea una metodología para el confort en la domótica por medio de sistemas de control Automático de Persianas y Cortinas donde se determina los requisitos de iluminación para interiores y los niveles de iluminación adecuados para así poder realizar el correcto funcionamiento y control de persianas y cortinas. De manera genérica se puede establecer que se requiere de un proyecto técnico que reúna las características descritas (Figura 16) y que deban cumplir con las determinaciones establecidas con la normatividad aplicable.

Figura 16. Metodología control automático de persianas y cortinas.



6.8.2 Intensidad Lumínica. Uno de los principales retos de la domótica desde sus inicios ha sido poder ejercer un control sobre el circuito de iluminación. Hasta el punto que, disponer de una vivienda domótica se relacionaba al hecho de poder controlar las luces de la casa de una forma centralizada y remota, mediante un mando a distancia.

Centralizar su encendido-apagado o regular la intensidad del mismo, nacieron para poder disfrutar de un mayor confort en nuestras casas, ejercer un control cómodo y remoto de los mismos, e incluso llegar a poder crear ambientes adecuados modificando la intensidad de la iluminación en función de los gustos de cada usuario.

La norma UNE 72-163-84 *Niveles de iluminación. Asignación de tareas visuales*, establece el método para determinar la iluminancia media que se especifica en el nivel de iluminación que debe emplearse en un punto, superficie o volumen determinado, en los que están situados los materiales que constituyen la zona de la tarea visual para que esta pueda realizarse de la mejor manera. También la norma

UNE 72-502-84 clasifica los sistemas de iluminación teniendo en cuenta las características de las fuentes de luz empleadas, la distribución de la luz y los objetivos de iluminación [46].

Adicional a las anteriores normas, existen normas complementarias de la normativa técnica sobre iluminación como se muestra en la tabla 6.

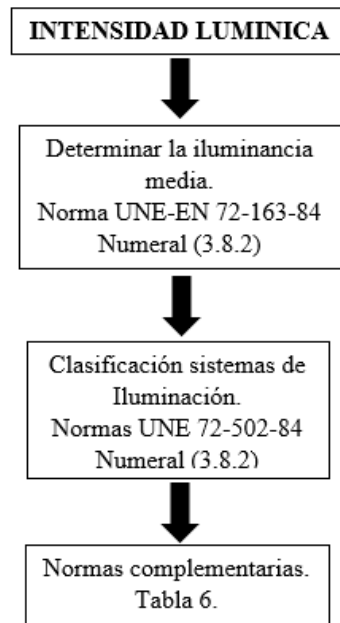
Tabla 6. Normas complementarias para la iluminación.

NORMA	ASPECTOS QUE CUBRE
UNE-EN 12464-1:2012	Iluminación de lugares de trabajo interiores. Parte 1.
UNE-EN 12464-2:2008	Iluminación de lugares de trabajo exteriores. Parte 1
UNE 72-153-85	Niveles de iluminación. Asignación a tareas visuales.
UNE-EN 1838:2000	Iluminación alumbrado de emergencia
UNE-EN 12665:2012	Términos básicos y criterios para la especificación de los requisitos de alumbrado.

Fuente: MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL [46].

6.8.2.1 Metodología control Intensidad Lumínica. Cumpliendo con los objetivos específicos se plantea una metodología para el confort en la domótica por medio de sistemas de control de intensidad lumínica donde se genera confort a los usuarios proporcionando la cantidad de luz adecuada en diferentes ámbitos dependiendo de si se necesita mayor iluminación para trabajar en la sala de estudio o se desea bajar la intensidad lumínica para poder apreciar una película. De manera genérica se puede establecer que se requiere de un proyecto técnico que reúna las características descritas (Figura 17) y que deban cumplir con las determinaciones establecidas con la normatividad aplicable.

Figura 17. Metodología sistemas de intensidad lumínica.



6.8.3 Sistemas de Control Remoto. La domótica, entre sus múltiples aplicaciones, puede brindar confort a las personas facilitando tareas como el desplazamiento de un lugar a otro permitiendo realizar esta tarea desde un punto remoto, otorgando a su vez un ahorro de tiempo significativo. Este sistema, el cual permite activar o desactivar sistemas energéticos se le conoce como control remoto y puede usarse, por ejemplo, para encender o apagar luces y dispositivos eléctricos del hogar como un televisor haciendo posible esto a través de un teléfono inteligente o un computador, mediante ondas electromagnéticas.

La norma UNE-EN 60669-2-1:2005 *Interruptores eléctricos* está enfocada a dispositivos como los telerruptores, los cuales permiten activar o desactivar sistemas eléctricos remotamente. Los telerruptores se activan mediante pulsaciones eléctricas las cuales producen que el circuito que controla cambie a estado abierto o cerrado, es decir, permite o impide el paso de corriente eléctrica.

6.8.3.1 Iluminación Remota. Uno de los sistemas más implementados con control remoto es el de encendido y apagado de luces, el cual brinda gran confort para los usuarios porque no sólo permite tener control de las luces desde cualquier lugar del hogar, también es posible hacerlo desde un lugar lejano a través de internet.

La norma UNE-EN 60669-2-2:2007 *Interruptores de mando electromagnético a distancia* establece la metodología a tener en cuenta para el análisis de riesgos, inspección del lugar, poder de cierre y corte del dispositivo, entre otros aspectos, para el uso apropiado de mandos electromagnéticos.

En combinación con esta norma se puede usar el numeral 20.29 del Anexo General del, Artículo 17 – Iluminación, el cual define los requisitos de los portalámparas o plafones, donde de igual manera esta norma busca el confort visual [50].

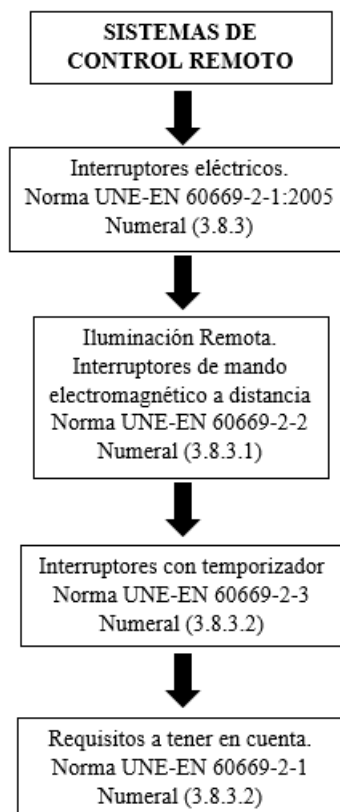
6.8.3.2 Interruptores con temporizador. Mediante la aplicación de sistemas domóticos con control remoto, como el de iluminación remota, pueden surgir situaciones que pasen desapercibidas como el encender una bombilla y olvidar apagarla. Por esto, es posible implementar o agregar a este sistema la posibilidad de usar interruptores temporizados, los cuales después de cierto tiempo, vuelven a cambiar automáticamente de estado apagando así la bombilla y de esta manera las personas se dejan de preocupar por apagar manualmente, sea presencial o remotamente, las bombillas lo cual es a su vez confort.

La norma UNE-EN 60669-2-3:2006 *Interruptores temporizados* establece la metodología para implementar sistemas con temporizador por minuterios electrónicos, otorgando así al usuario la posibilidad del apagado automático.

Los minuterios electrónicos están sujetos a la norma UNE-EN 60669-2-1 la cual define los requisitos a tener en cuenta con estos dispositivos. Es importante tener en cuenta esta norma ya que es a estos dispositivos que está enfocada la norma UNE-EN 60669-2-3 para interruptores temporizados, mencionada anteriormente [51].

6.8.3.3 Metodología sistemas de control remoto. Cumpliendo con los objetivo de plantear una metodología para el confort en la domótica por medio de sistemas de control remoto donde se puede realizar ordenes de encendido y apagado de electrodomésticos o iluminación, además de tener temporizadores que garantizan el estado de apago de los sistemas después de un tiempo estipulado. De manera genérica se puede establecer que se requiere de un proyecto técnico que reúna las características descritas (Figura 18) y que deban cumplir con las determinaciones establecidas con la normatividad aplicable.

Figura 18. Metodología sistemas de control remoto.



7. CONCLUSIONES

- La Domótica es un campo amplio que tiene futuro a nivel mundial. En otros países diferentes a Colombia, la domótica se ha popularizado y debido a ello es enorme el avance de las normativas vigentes, también el número de empresas que se dedican a desarrollar y fabricar equipos de este tipo. La mayoría de estas empresas se dedican exclusivamente a este campo, lo que asegura un constante avance y adaptación a los nuevos requerimientos que presente el mercado.
- A la hora de diseñar una vivienda "inteligente" el proyecto domótico debe cumplir con los objetivos principales de confort y seguridad de los habitantes de la vivienda, ahorro y optimización de la energía que se utiliza, así como la correcta comunicación entre los dispositivos del sistema para garantizar su buen funcionamiento. También hay que tener en cuenta los requisitos de cada zona de la vivienda (iluminación, control de persianas, calefacción, etc.) para elegir los elementos del sistema que cumplan con dichos requisitos.
- La norma UNE-EN 15232 y las normas complementarias ayudan de gran manera a poder realizar una metodología de diseño e instalación de sistemas domóticos enfocados en la eficiencia energética logrando de igual manera generar un confort que permite tener las mayores comodidades.
- El reglamento Técnico de Etiquetado RETIQ presenta de igual manera una gran ayuda con la selección de equipos proporcionando la información sobre la eficiencia energética de equipos a los usuarios con el propósito de que se puedan comprar electrodomésticos más eficientes.
- Este proyecto puede servir como guía sobre los distintos estándares y protocolos domóticos que existen en el mercado, de los requisitos que se exigen y/o puede necesitar una vivienda domótica y la configuración que deben llevar los distintos elementos dentro del sistema, así como sus características y funciones.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. Saavedra, *Automatización de viviendas y edificios*. Barcelona España: Ediciones CEAC, 2009, p.10.
- [2] CENELEC. Series EN 50090 “Home and Building Electronic Systems (HBES).
- [3] CENELEC. EN 50090-2-2:2004 “Home and Building Electronic Systems (HBES). Part 2-2: Installation requirements. Generic cabling for HBES Class 1 Twisted Pair”. Mayo de 2004.
- [4] ICT Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones a partir de 1999, año en que se publicó el Real Decreto-Ley 1/1998, de 27 de febrero, que estableció el marco jurídico de las ICT.
- [5] La Ingeniería en Edificios de Alta Tecnología. Criterios de Diseño, Proyectos y Puesta en Servicio, José Carlos Díaz Olivares, McGrawHill, 1999
- [6] Guía del usuario del hogar digital editado por ASIMELEC (asociación multisectorial de empresas de España de electrónica y comunicaciones).
- [7]. ARKIPLUS. Historia de la Domótica. 2018 [En Línea]. Available: <http://www.arkiplus.com/historia-de-la-domotica>
- [8] HERNANDEZ BALIBREA RAMON. Tecnología Domótica para el control de una vivienda. Proyecto de carrera. Septiembre de 2012. [En Línea]. Available: <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/2793/pfc4381.pdf;jsessionid=B4395D3914AEC932500460E065B89B3E?sequence=1>
- [9] R. Saavedra, *Automatización de viviendas y edificios*. Barcelona España: Ediciones CEAC, 2009, p.10.
- [10] HERNANDEZ BALIBREA RAMON. Tecnología Domótica para el control de una vivienda. Proyecto de carrera. Septiembre de 2012. [En Línea]. Available: <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/2793/pfc4381.pdf;jsessionid=B4395D3914AEC932500460E065B89B3E?sequence=1>
- [11]MORO VALLINA MIGUEL. Instalaciones Domóticas. Instalaciones de telecomunicaciones. 1ª Edición. [En Línea]. Available: https://books.google.com.co/books?id=mdFtH4ZOzbAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- [12] Glosario de Domótica. [En Línea]. Available: http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/domotica/glosa_domo.htm

[13] Wikipedia la Enciclopedia Libre. Especificaciones Técnicas. [En Línea]
Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Especificaciones_t%C3%A9cnicas

[14]. Blog de la Normativa. Conceptos de Normativa. Parte 4. Normas Técnicas.
Definiciones. [En Línea] Available:
<https://normativainfo.wordpress.com/2012/07/18/conceptos-de-normativa-parte-4-normas-tecnicas-definiciones/>

[15] International Organization for Standardization. ISO. All about ISO. [En Línea].
Available: <https://www.iso.org/about-us.html>

[16] International Electrotechnical Commission IEC. About the IEC. [En Línea].
Available: <http://www.iec.ch/about/?ref=menu>

[17] Unión Internacional de Telecomunicaciones. UIT. [En Línea]. Available:
<https://www.itu.int/es/about/Pages/default.aspx>

[18] AENOR. Perfil. [En Línea]. Available:
<http://www.aenor.es/aenor/aenor/perfil/perfil.asp>

[19] European Committee for Standardization. CEN. Who We Are. [En Línea].
Available: <https://www.cen.eu/about/Pages/default.aspx>

[20] European Committee for Electrotechnical Standardization CENELEC. [En
Línea]. Available: <https://www.cenelec.eu/aboutcenelec/whoweare/index.html>

[21] ETSI. About us. [En Línea]. Available: <http://www.etsi.org/about>

[22] ASIMELEC. Guía del Usuario del Hogar Digital. 2009. [En Línea]. Available:
http://www.ramonmillan.com/documentos/bibliografia/GuiaHogarDigital_ASIMELEC.pdf

[23] Portafolio. El país se prepara para ser una Colombia Inteligente. [En Línea].
Available: <http://www.portafolio.co/negocios/empresas/pais-prepara-colombia-inteligente-128400>

[24] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Reglamento
Colombiano de Construcción sísmo Resistente. [En Línea]. Available:
<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/9titulo-i-nsr-100.pdf>

[25] Ministerio de Minas y Energía. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
RETIE. Abril 2004. [En Línea]. Available:
http://www.upme.gov.co/docs/cartilla_retie.pdf

- [26] Comisión de Regulación de Comunicaciones. CRC. Reglamento Técnico para Redes Internas de Telecomunicaciones. RITEL. [En Línea]. Available: <https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/presRITEL.pdf>
- [27] Código Eléctrico Colombiano. Norma Técnica Colombiana 2050. NTC 2050. 1998-11-25. [En Línea]. Available: <http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/ntc%2020500.pdf>
- [28] Norma Técnica Colombiana 27001. NTC-ISO/IEC. Tecnología de la Información Técnicas de Seguridad, Sistemas de gestión de la seguridad de la información. [En Línea]. Available: <http://intranet.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/file/Norma.%20NTC-ISO-IEC%2027001.pdf>
- [29] Unidad de Inteligencia Estratégica Tecnológica. UIET. Normatividad sobre redes Inteligentes. [En Línea]. Available: <http://www.publicacionescidet.com/wp-content/uploads/2016/11/NORMATIVIDADredesInteligentes.pdf>
- [30] International Electrotechnical Commission IEC. About the IEC. [En Línea]. Available: <http://www.iec.ch/smartgrid/standards/>
- [31] Edificios Inteligentes y Domótica, Santos F. Laserna Larburu, Ed. Logical Design, 2000
- [32] Técnica Inteligente para Viviendas e Edificios, con Estándar de Aplicación Universal EIB, Gunter Seip, Ed. Marcombo, 1995
- [33] Home Automation with EHS: Cheap But Slow - Nikkei Electronics Asia.
- [34] Huidobro Moya, J. M.; Millán Tejedor, R. J. Domótica. Edificios Inteligentes. Madrid: Creaciones Copyright, S.L., 2004.
- [35] AENOR “Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (ISO 9001:2015)”. UNE-EN ISO 9001. Madrid AENOR 2015.
- [36] QUEROL LEON OSCAR. Director CEDOM. Domótica e Inmótica en la certificación Energética. 21/01/2015 [En Línea]. Available: <https://www.smartgridsinfo.es/comunicaciones/ii-congreso-sg-domotica-e-inmotica-en-la-certificacion-energetica>
- [37] Directiva 2012/27/UE del Parlamento y del Consejo de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE. DOUE L 315/1. 14 de noviembre de 2012.
- [38] PIZARRO RUIZ Juan Alberto. Tesis Doctoral. Aportación al Desarrollo de las Normas Técnicas y reglamentación para la implementación de los sistemas

Electrónicos para viviendas y edificios: Domótica Inmótica y Hogar Digital. Barcelona, Octubre 2013.

[39]. REMICA. Climatización y Domótica. ¿Cuáles son sus beneficios? [En Línea]. Available: <https://remicaserviciosenergeticos.es/blog/climatizacion-y-domotica/>

[40] THE ECONOMIC TIMES. Definition of Web Server. [En Línea]. Available: <https://economictimes.indiatimes.com/definition/web-server>

[41] Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Sistema Integrado de Gestión. Manejar la Información de la Etiqueta de Eficiencia Energética. Recomendaciones para Seleccionar un Equipo Eficiente. 12 de Diciembre de 2015.

[42] Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE. Anexo General del RETIE resolución 9 0708. Agosto 30 de 2013.

[43] Como Ahorrar Energía Instalando Domótica en su vivienda. CEDOM. 17 Noviembre de 2013. Pag 18.

[44] UNE-EN 15193. Eficiencia Energética de los edificios. Requisitos energéticos para la iluminación. Julio de 2008

[45] Resolución Número 41012 de 2015 RETIQ. Ministerio de Minas y Energía. 18 de Septiembre de 2015.

[46]. MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL. Normativa Técnica Sobre Iluminación.

[48] SIBER. El blog de la ventilación Inteligente. [En Línea]. Available: <https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/ventilacion-y-demanda-energetica/>

[50] AENOR. Norma UNE-EN 50598-2:2015. Ecodiseño para los acondicionamientos eléctricos de potencia, arrancadores de motores. Electrónica de potencia y sus aplicaciones. Parte 2. 2015-07-29

[51] UNE-EN 60669-2-2. Interruptores para instalaciones eléctricas fijas, domóticas y análogas. Parte 2-2: Requisitos particulares. Interruptores de mando electromagnético a distancia (telerruptores). Mayo 2007.

[52]. UNE-EN 60669-2-3, Interruptores para instalaciones eléctricas fijas, domóticas y análogas. Parte 2-3: Requisitos particulares. Interruptores temporizados (minuterios). Mayo 2007.